

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-41480

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月12日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 4 N 1/60  
B 4 1 J 2/525  
G 0 6 T 1/00  
H 0 4 N 1/48

H 0 4 N 1/40 D  
B 4 1 J 3/00 B  
G 0 6 F 15/66 N  
3 1 0  
H 0 4 N 1/46 Z

審査請求 未請求 請求項の数9 F D (全 23 頁)

(21) 出願番号

特願平9-209755

(22) 出願日

平成9年(1997) 7月17日

(71) 出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1

(72) 発明者 谷口 和隆

京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内

(72) 発明者 坂本 卓

京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内

(74) 代理人 弁理士 下出 隆史 (外2名)

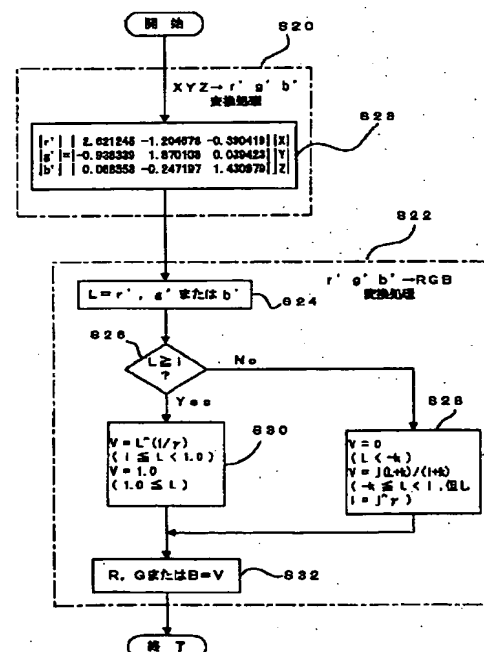
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 色変換方法及びその装置並びに記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 再現できる色域の外にある特定の色の部分において、色の調子が無くなったり、色相が変化したりすることがないようにする。

【解決手段】 各蛍光体の表す色の色度座標を、実際の色度座標と同じ色相でかつ実際の色度座標より高い彩度を持つ仮想色度座標に変更して成る仮想カラーモニタを想定し、その仮想カラーモニタ用としての色変換関係に基づいて、測色値であるXYZを、赤、緑、青について輝度リニアな値となる $r'$ 、 $g'$ 、 $b'$ に色変換する(S23)。次に、 $r'$ 、 $g'$ または $b'$ の値をLとおき(S24)、そのLの値が0以上であるか否かを判定する(ステップS26)。Lの値が $-k \leq L < 1$  ( $k$ は $j$ の $\gamma$ 乗)の場合にはLの一次関数によってLからVへの変換を行ない(S28)、Lの値が $1 \leq L < 1$ の場合にはLの $1/\gamma$ 乗の関数によってLからVへの変換を行なう(S30)。得られたVの値をS24の $r'$ 、 $g'$ 、 $b'$ に対応させてR、GまたはBとおく(S32)。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 各々特定の色度座標を持つ加法混色の原色を、該加法混色の原色にそれぞれ対応して入力される表示用信号の信号強度に応じた混合量で混色することにより、色を表示すると共に、前記表示用信号の信号強度としては所定の規定範囲内の値を採り得、前記信号強度に応じた前記混合量としては所定の再現可能範囲内の値を採り得るカラー表示デバイスについて、測色値から前記カラー表示デバイスに入力すべき前記表示用信号を得るために、前記測色値を前記表示用信号に変換する色変換方法であって、

(a) 前記測色値を所定の交換関係に基づいて前記加法混色の原色の各混合量に変換する工程と、

(b) 変換して得られた前記加法混色の原色の各混合量を、それぞれ、前記加法混色の原色毎に、前記加法混色の原色にそれぞれ対応する前記表示用信号の信号強度に変換する工程と、

を備え、

前記工程 (a) では、前記交換関係として、

前記加法混色の原色のうち、少なくとも一つの第 1 特定原色の色度座標を、前記特定の色度座標と同じ色相でかつ前記特定の色度座標より高い彩度を持つ仮想色度座標に変更して成る仮想カラー表示デバイスを想定し、或る測色値を変換した場合に得られる前記加法混色の原色の各混合量で混色して、前記仮想カラー表示デバイスにおいて色を表示した場合に、表示した該色の測色値が元の前記測色値と同じ値になるような、測色値から加法混色の原色の各混合量への変換関係を用いると共に、

前記工程 (b) では、

前記加法混色の原色のうち、少なくとも一つの第 2 特定原色については、前記工程 (a) によって変換して得られた前記第 2 特定原色の混合量が前記再現可能範囲内の値である場合に、前記表示用信号の信号強度として、前記規定範囲内において予め設定された第 1 の交換範囲内の値に変換し、

前記工程 (a) によって変換して得られた前記第 2 特定原色の混合量が前記再現可能範囲外の値であって、かつ、予め設定された所定の救済範囲内の値である場合には、前記表示用信号の信号強度として、前記規定範囲内における前記第 1 の交換範囲以外の残りの第 2 の交換範囲内の値に変換することを特徴とする色変換方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の色変換方法において、前記仮想色度座標を、均等色空間座標系の色度図上において、無彩色点と、前記第 1 特定原色の前記特定の色度座標によって表される色度点と、を通る直線上に採ることを特徴とする色変換方法。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の色変換方法において、

前記加法混色の原色のすべてを前記第 1 特定原色として、各第 1 特定原色の色度座標をそれぞれ仮想色度座標

に変更すると共に、

各々の仮想色度座標における彩度が、各々の前記特定の色度座標よりも同じ比率で高くなるように、各々の仮想色度座標を設定することを特徴とする色変換方法。

【請求項 4】 請求項 1 ないし請求項 3 のうちの任意の一つに記載の色変換方法において、

前記規定範囲に対する前記第 2 の交換範囲の割合は前記再現可能範囲に対する前記救済範囲の割合よりも小さいことを特徴とする色変換方法。

10 【請求項 5】 請求項 1 ないし請求項 4 のうちの任意の一つに記載の色変換方法において、

前記工程 (b) は、

前記工程 (a) によって変換して得られた前記加法混色の原色の混合量を、該加法混色の原色に対応する前記表示用信号の信号強度に変換するに際して、前記混合量と前記信号強度との交換関係を表す所定の交換関数を用いて変換すると共に、

前記第 2 特定原色については、前記工程 (a) によって変換して得られた前記第 2 特定原色の混合量が前記再現可能範囲内の値である場合と前記救済範囲内の値である場合とで、前記交換関数として異なる交換関数を用いることを特徴とする色変換方法。

20 【請求項 6】 各々特定の色度座標を持つ加法混色の原色を、該加法混色の原色にそれぞれ対応して入力される表示用信号の信号強度に応じた混合量で混色することにより、色を表示すると共に、前記表示用信号の信号強度としては所定の規定範囲内の値を採り得、前記信号強度に応じた前記混合量としては所定の再現可能範囲内の値を採り得るカラー表示デバイスについて、該カラー表示デバイスに入力すべき前記表示用信号を、測色値に変換する色変換方法であって、

(A) 前記加法混色の原色にそれぞれ対応する前記表示用信号の信号強度を、それぞれ、前記加法混色の原色毎に、前記加法混色の原色の各混合量に変換する工程と、

(B) 変換して得られた前記加法混色の原色の各混合量を所定の交換関係に基づいて前記測色値に変換する工程と、

を備え、

前記工程 (A) では、

40 前記加法混色の原色のうち、少なくとも一つの第 1 特定原色については、該第 1 特定原色に対応する前記表示用信号の信号強度が、前記規定範囲内において予め設定された第 1 の交換範囲内の値である場合に、前記第 1 特定原色の混合量として、前記再現可能範囲内の値に変換し、

前記第 1 特定原色に対応する前記表示用信号の信号強度が、前記規定範囲内における前記第 1 の交換範囲以外の残りの第 2 の交換範囲内の値である場合に、前記第 1 特定原色の混合量として、前記再現可能範囲外の値であって、かつ、予め設定された所定の救済範囲内の値に変換

すると共に、

前記工程 (B) では、前記変換関係として、  
前記加法混色の原色のうち、少なくとも一つの第 2 特定原色の色度座標を、前記特定の色度座標と同じ色相でかつ前記特定の色度座標より高い彩度を持つ仮想色度座標に変更して成る仮想カラー表示デバイスを想定し、或る測色値を変換した場合に得られる前記加法混色の原色の各混合量で混色して、前記仮想カラー表示デバイスにおいて色を表示した場合に、表示した該色の測色値が元の前記測色値と同じ値になるような、測色値から加法混色の原色の各混合量への変換関係とは、逆の変換関係を用いることを特徴とする色変換方法。

【請求項 7】 各々特定の色度座標を持つ加法混色の原色を、該加法混色の原色にそれぞれ対応して入力される表示用信号の信号強度に応じた混合量で混色することにより、色を表示すると共に、前記表示用信号の信号強度としては所定の規定範囲内の値を採り得、前記信号強度に応じた前記混合量としては所定の再現可能範囲内の値を採り得るカラー表示デバイスについて、測色値から前記カラー表示デバイスに入力すべき前記表示用信号を得るために、前記測色値を前記表示用信号に変換する色変換装置であって、  
前記測色値を所定の交換関係に基づいて前記加法混色の原色の各混合量に変換する第 1 の交換手段と、  
変換して得られた前記加法混色の原色の各混合量を、それぞれ、前記加法混色の原色毎に、前記加法混色の原色にそれぞれ対応する前記表示用信号の信号強度に変換する第 2 の交換手段と、  
を備え、

前記第 1 の交換手段は、前記変換関係として、  
前記加法混色の原色のうち、少なくとも一つの第 1 特定原色の色度座標を、前記特定の色度座標と同じ色相でかつ前記特定の色度座標より高い彩度を持つ仮想色度座標に変更して成る仮想カラー表示デバイスを想定し、或る測色値を変換した場合に得られる前記加法混色の原色の各混合量で混色して、前記仮想カラー表示デバイスにおいて色を表示した場合に、表示した該色の測色値が元の前記測色値と同じ値になるような、測色値から加法混色の原色の各混合量への変換関係を用いると共に、

前記第 2 の交換手段は、  
前記加法混色の原色のうち、少なくとも一つの第 2 特定原色については、前記第 1 の交換手段によって変換して得られた前記第 2 特定原色の混合量が前記再現可能範囲内の値である場合に、前記表示用信号の信号強度として、前記規定範囲内において予め設定された第 1 の交換範囲内の値に変換し、

前記第 1 の交換手段によって変換して得られた前記第 2 特定原色の混合量が前記再現可能範囲外の値であって、かつ、予め設定された所定の救済範囲内の値である場合には、前記表示用信号の信号強度として、前記規定範囲

内における前記第 1 の交換範囲以外の残りの第 2 の交換範囲内の値に変換することを特徴とする色変換装置。

【請求項 8】 色変換用の代表点からなるルックアップテーブルを備え、請求項 7 に記載の色変換装置によって変換して得られた前記加法混色の原色にそれぞれ対応する前記表示用信号の信号強度を、前記色変換用ルックアップテーブルの代表点と、その点に基づく補間演算を用いて、所定の表色系の値に変換する色変換装置であって、

10 前記色変換用ルックアップテーブルは、変換して得られた前記加法混色の原色にそれぞれ対応する前記表示用信号の信号強度の値の組合せのうち、前記第 1 の交換範囲と前記第 2 の交換範囲との境界に位置する境界値を前記第 2 特定原色の何れかに対応する前記表示用信号の信号強度の値として含む特定の組合せを、少なくとも、前記色変換用ルックアップテーブルのアドレスの値として持つと共に、

前記特定の組合せによって表されるアドレスには、前記特定の組合せを変換して得られる前記表色系の値が格納されていることを特徴とする色変換装置。

【請求項 9】 各々特定の色度座標を持つ加法混色の原色を、該加法混色の原色にそれぞれ対応して入力される表示用信号の信号強度に応じた混合量で混色することにより、色を表示すると共に、前記表示用信号の信号強度としては所定の規定範囲内の値を採り得、前記信号強度に応じた前記混合量としては所定の再現可能範囲内の値を採り得るカラー表示デバイスについて、測色値から前記カラー表示デバイスに入力すべき前記表示用信号を得るために、前記測色値を前記表示用信号に変換するためのコンピュータプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記測色値を所定の交換関係に基づいて前記加法混色の原色の各混合量に変換すると共に、

前記交換関係として、前記加法混色の原色のうち、少なくとも一つの第 1 特定原色の色度座標を、前記特定の色度座標と同じ色相でかつ前記特定の色度座標より高い彩度を持つ仮想色度座標に変更して成る仮想カラー表示デバイスを想定し、或る測色値を変換した場合に得られる前記加法混色の原色の各混合量で混色して、前記仮想カラー表示デバイスにおいて色を表示した場合に、表示した該色の測色値が元の前記測色値と同じ値になるような、測色値から加法混色の原色の各混合量への変換関係を用いる第 1 の機能と、

40 該第 1 の機能によって変換して得られた前記加法混色の原色の各混合量を、それぞれ、前記加法混色の原色毎に、前記加法混色の原色にそれぞれ対応する前記表示用信号の信号強度に変換すると共に、

前記加法混色の原色のうち、少なくとも一つの第 2 特定原色については、前記第 1 の機能によって変換して得られた該第 2 特定原色の混合量が前記再現可能範囲内の値

である場合に、前記表示用信号の信号強度として、前記規定範囲内において予め設定された第1の変換範囲内の値に変換し、

前記第1の機能によって変換して得られた前記第2特定原色の混合量が前記再現可能範囲外の値であって、かつ、予め設定された所定の救済範囲内の値である場合には、前記表示用信号の信号強度として、前記規定範囲内における前記第1の変換範囲以外の残りの第2の変換範囲内の値に変換する第2の機能とを、

コンピュータに実現させるためのコンピュータプログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、測色値をカラー表示デバイスに入力される表示用信号に変換する技術及び上記表示用信号を上記測色値に逆変換する技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来では、原カラー画像（例えば、カラーフィルム、カラー印画紙あるいはカラー印刷物）をカラースキャナを用いて読み取って、RGBの3つの色信号を得て、読み取ったカラー画像を確認するために、あるいは必要な処理を確実にを行うために、得られたRGB色信号をカラーモニタに与えて対話対象としてカラー画像を表示することが広く行われている。

【0003】しかし、カラースキャナで読み取って得られたRGB色信号は、カラースキャナの色分解フィルタの特性にのみ頼った信号であるため、たとえ、RGB色信号であっても、そのままカラーモニタに与えただけでは、到底、原カラー画像に近い画像は得られない。

【0004】一方、印刷、新聞用の画像処理においては、カラー印刷がCMYKの4色のインキを用いて行われる関係から、カラー印刷用の画像の各画素は、それぞれ、最終的に色変換されてCMYKの4つの色信号から構成されることになる。従って、この場合、画像処理の中間段階において、処理過程あるいは最終印刷仕上がり予想の画面を予見するために、カラー印刷用のCMYK色信号をRGB色信号に変換した上で、カラーモニタに与えてカラー画像を表示することも広く行われている。

【0005】しかし、カラー印刷用のCMYK色信号を単にRGB色信号に変換してカラーモニタに与えただけでは、実際のカラー印刷された画像に近いカラー画像を得ることは困難である。

【0006】即ち、上記したような色分解フィルタの特性にのみ頼ったRGB色信号や、カラー印刷用のCMYK信号は、それらの信号を、表示したいカラーモニタ用のRGB色信号に変換することによって、初めて、期待するカラー画像をそのカラーモニタに表示することができる。

【0007】ところが、カラーモニタは、赤、緑、青3

色の蛍光体それぞれが持つ色で囲まれた色域（カラーモニタ固有のガメット [gamut]）内の色しか表示できないのに対し、原カラー画像（のガメット）あるいはカラー印刷された画像（のガメット）の中には、カラーモニタの赤、緑、青3色の蛍光体それぞれが持つ色で囲まれた色域よりも、外側にあたる色が含まれている場合が多い。

【0008】従って、色変換して得られるカラーモニタ用のRGB色信号の値を0から1までに規格化したとき、カラーモニタの赤、緑、青3色の蛍光体それぞれが持つ色で囲まれた色域よりも外側にあたる色については、カラーモニタ用のRGB色信号のうち、少なくとも1つの信号が、0よりも小さい値（負の値）かあるいは1よりも大きい値（100%を越える値）になってしまう。

【0009】ここで、カラーモニタ用のRGB色信号の値を0から1までに規格化するとは、カラーモニタで白を表現するために必要なRGB色信号の値をそれぞれ1（即ち、MAX）とし、真っ黒を表現するために必要なRGB色信号の値をそれぞれ0（即ち、MIN）とするという意味であるから、1より大きい値で蛍光体を光らせることもできず、まして0より小さい値になったからと言って、蛍光体を0より小さい値で光らせるなど、到底できない相談である。

【0010】従って、このような場合、従来では、カラーモニタ用のRGB色信号の値として1以上の値や0以下の値が要求されても、それぞれ、すべて、MAX1やMIN0で打ち切らざるを得なかった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】このため、原カラー画像あるいはカラー印刷された画像の中に含まれている表現したい色の一部が、カラーモニタにおける蛍光体で再現できる色域の外にあると、その色の部分（例えば、彩度の高い色の部分）がその部分に当たる）については、カラーモニタ用のRGB色信号の値が一律にMAX1もしくはMIN0で打ち切られてしまうため、その色の部分の色の調子が無くなるという重大な不具合を生じていた。

【0012】また、原カラー画像あるいはカラー印刷の画像の中に含まれている表現したい色が、カラーモニタにおける蛍光体で再現できる色域の内部から外部に移る際には、その色域の境界で、RGB色信号の値が3色一斉にMAX1もしくはMIN0で打ち切られるのではなく、MAX1もしくはMIN0を越えそうになった色信号の値のみがMAX1もしくはMIN0で打ち切られるだけで、それ以外の色信号の値はそのまま変化を続けるので、その色域の境界付近で急に色相が変わり始め、色相の変化を招いてしまうという恐れがあった。

【0013】一般的に、高彩度の色の部分は、画像中において大変重要な部分であることが多く、その重要な部分の色の調子が無くなったり、色相が変化したりするこ

とは、耐えられない欠陥となる可能性が高い。

【0014】従って、本発明の目的は、上記した従来技術の問題点を解決し、再現できる色域の外にある特定の色の部分において、色の調子が無くなったり、色相が変化したりすることのない色変換方法及び色変換装置などを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上記した目的の少なくとも一部を達成するために、本発明の色変換方法は、各々特定の色度座標を持つ加法混色の原色を、該加法混色の原色にそれぞれ対応して入力される表示用信号の信号強度に応じた混合量で混色することにより、色を表示すると共に、前記表示用信号の信号強度としては所定の規定範囲内の値を採り得、前記信号強度に応じた前記混合量としては所定の再現可能範囲内の値を採り得るカラー表示デバイスについて、測色値から前記カラー表示デバイスに入力すべき前記表示用信号を得るために、前記測色値を前記表示用信号に変換する色変換方法であって、(a) 前記測色値を所定の交換関係に基づいて前記加法混色の原色の各混合量に変換する工程と、(b) 変換して得られた前記加法混色の原色の各混合量を、それぞれ、前記加法混色の原色毎に、前記加法混色の原色にそれぞれ対応する前記表示用信号の信号強度に変換する工程と、を備え、前記工程(a)では、前記交換関係として、前記加法混色の原色のうち、少なくとも一つの第1特定原色の色度座標を、前記特定の色度座標と同じ色相でかつ前記特定の色度座標より高い彩度を持つ仮想色度座標に変更して成る仮想カラー表示デバイスを想定し、或る測色値を変換した場合に得られる前記加法混色の原色の各混合量で混色して、前記仮想カラー表示デバイスにおいて色を表示した場合に、表示した該色の測色値が元の前記測色値と同じ値になるような、測色値から加法混色の原色の各混合量への変換関係を用いると共に、前記工程(b)では、前記加法混色の原色のうち、少なくとも一つの第2特定原色については、前記工程(a)によって変換して得られた前記第2特定原色の混合量が前記再現可能範囲内の値である場合に、前記表示用信号の信号強度として、前記規定範囲内において予め設定された第1の変換範囲内の値に変換し、前記工程(a)によって変換して得られた前記第2特定原色の混合量が前記再現可能範囲外の値であって、かつ、予め設定された所定の救済範囲内の値である場合には、前記表示用信号の信号強度として、前記規定範囲内における前記第1の変換範囲以外の残りの第2の変換範囲内の値に変換することを要旨とする。

【0016】また、本発明の色変換装置は、各々特定の色度座標を持つ加法混色の原色を、該加法混色の原色にそれぞれ対応して入力される表示用信号の信号強度に応じた混合量で混色することにより、色を表示すると共に、前記表示用信号の信号強度としては所定の規定範囲

内の値を採り得、前記信号強度に応じた前記混合量としては所定の再現可能範囲内の値を採り得るカラー表示デバイスについて、測色値から前記カラー表示デバイスに入力すべき前記表示用信号を得るために、前記測色値を前記表示用信号に変換する色変換装置であって、前記測色値を所定の交換関係に基づいて前記加法混色の原色の各混合量に変換する第1の変換手段と、変換して得られた前記加法混色の原色の各混合量を、それぞれ、前記加法混色の原色毎に、前記加法混色の原色にそれぞれ対応する前記表示用信号の信号強度に変換する第2の変換手段と、を備え、前記第1の変換手段は、前記交換関係として、前記加法混色の原色のうち、少なくとも一つの第1特定原色の色度座標を、前記特定の色度座標と同じ色相でかつ前記特定の色度座標より高い彩度を持つ仮想色度座標に変更して成る仮想カラー表示デバイスを想定し、或る測色値を変換した場合に得られる前記加法混色の原色の各混合量で混色して、前記仮想カラー表示デバイスにおいて色を表示した場合に、表示した該色の測色値が元の前記測色値と同じ値になるような、測色値から加法混色の原色の各混合量への変換関係を用いると共に、前記第2の変換手段は、前記加法混色の原色のうち、少なくとも一つの第2特定原色については、前記第1の変換手段によって変換して得られた前記第2特定原色の混合量が前記再現可能範囲内の値である場合に、前記表示用信号の信号強度として、前記規定範囲内において予め設定された第1の変換範囲内の値に変換し、前記第1の変換手段によって変換して得られた前記第2特定原色の混合量が前記再現可能範囲外の値であって、かつ、予め設定された所定の救済範囲内の値である場合には、前記表示用信号の信号強度として、前記規定範囲内における前記第1の変換範囲以外の残りの第2の変換範囲内の値に変換することを要旨とする。

【0017】このように、本発明の色変換方法及びその装置においては、まず、測色値を所定の交換関係に基づいて加法混色の原色の各混合量に変換する。このとき、加法混色の原色のうち、少なくとも一つの第1特定原色の色度座標を、特定の色度座標と同じ色相でかつ特定の色度座標より高い彩度を持つ仮想色度座標に変更して成る仮想カラー表示デバイスを想定し、或る測色値を変換した場合に得られる加法混色の原色の各混合量で混色して、仮想カラー表示デバイスにおいて色を表示した場合に、表示した色の測色値が元の測色値と同じ値になるような、測色値から加法混色の原色の各混合量への変換関係を、前述の所定の交換関係として用いる。次に、変換して得られた加法混色の原色の各混合量を、それぞれ、加法混色の原色毎に、加法混色の原色にそれぞれ対応する前記表示用信号の信号強度に変換する。このとき、加法混色の原色のうち、少なくとも一つの第2特定原色については、変換して得られた第2特定原色の混合量が再現可能範囲内の値である場合に、表示用信号の信号強度

として、規定範囲内において予め設定された第 1 の変換範囲内の値に変換し、変換して得られた第 2 特定原色の混合量が再現可能範囲外の値であって、かつ、予め設定された所定の救済範囲内の値である場合には、表示用信号の信号強度として、規定範囲内における第 1 の変換範囲以外の残りの第 2 の変換範囲内の値に変換する。

【0018】上記した仮想カラー表示デバイスでは、実際のカラー表示デバイスに比較して、再現できる色域が高彩度方向に拡大しており、実際のカラー表示デバイスによっては再現できなかった色（即ち、実際のカラー表示デバイスによって再現できる色域よりも幾分外にある高彩度の色）も、再現することができる。従って、本発明の色変換方法及び色変換装置によれば、上記したような仮想カラー表示デバイス用として得られた変換関係に基づいて、測色値から加法混色の原色の各混合量への変換を行なうことによって、実際のカラー表示デバイスによって再現できる色域の外にある色の部分であっても、仮想カラー表示デバイスによって再現できる色域の中にある色の部分については、色の調子を保存することができ、色相の変化を抑えることができる。

【0019】また、さらに、実際のカラー表示デバイスによって再現できる色域の外にある色の部分であっても、その色の部分の測色値から変換して得られる加法混色の原色の混合量のうち、第 2 特定原色の混合量が救済範囲内の値である場合には、その値は表示用信号の信号強度として第 2 の変換範囲内の値に変換されるため、第 2 特定原色については、上記した色の部分の情報が失われることなく、表示用信号の信号強度の値として保存される。従って、上記した色の部分においては、色の調子が無くなったり、色相が変化したりすることがない。

【0020】本発明の色変換方法において、前記仮想色度座標を、均等色空間座標系の色度図上において、無彩色点と、前記第 1 特定原色の前記特定の色度座標によって表される色度点と、を通る直線上に採ることが好ましい。

【0021】仮想色度座標をこのように採ることによって、特定の色度座標（即ち、実際の色度座標）と同じ色相で、より高い彩度を持つような色度座標を容易に求めることができる。

【0022】本発明の色変換方法において、前記加法混色の原色のすべてを前記第 1 特定原色として、各第 1 特定原色の色度座標をそれぞれ仮想色度座標に変更すると共に、各々の仮想色度座標における彩度が、各々の前記特定の色度座標よりも同じ比率で高くなるように、各々の仮想色度座標を設定するようにしても良い。

【0023】このように、各第 1 特定原色について、各々の仮想色度座標における彩度が同じ比率で高くなるようにすることによって、色相がずれるのを回避することができる。

【0024】また、本発明の色変換方法において、前記

規定範囲に対する前記第 2 の変換範囲の割合は前記再現可能範囲に対する前記救済範囲の割合よりも小さい方が好ましい。

【0025】救済範囲の変換先である第 2 の変換範囲はできる限り狭くし、再現可能範囲の変換先である第 1 の変換範囲をできる限り広くした方が、再現できる色域の中にある色に対する変換前後の色度点のずれ量を少なくすることができる。

【0026】また、本発明の色変換方法において、前記工程 (b) は、前記工程 (a) によって変換して得られた前記加法混色の原色の混合量を、該加法混色の原色に対応する前記表示用信号の信号強度に変換するに際して、前記混合量と前記信号強度との変換関係を表す所定の変換関数を用いて変換すると共に、前記第 2 特定原色については、前記工程 (a) によって変換して得られた前記第 2 特定原色の混合量が前記再現可能範囲内の値である場合と前記救済範囲内の値である場合とで、前記変換関数として異なる変換関数を用いるようにしても良い。

【0027】このように、混合量から信号強度への変換を変換関数を用いて行なう場合、第 2 特定原色については、混合量が再現可能範囲内の値である場合と救済範囲内の値である場合とで変換関数を異ならせることによって、それぞれの範囲に対応した変換を行なうようにすることができる。

【0028】また、本発明の他の色変換方法は、各々特定の色度座標を持つ加法混色の原色を、該加法混色の原色にそれぞれ対応して入力される表示用信号の信号強度に応じた混合量で混色することにより、色を表示すると共に、前記表示用信号の信号強度としては所定の規定範囲内の値を採り得、前記信号強度に応じた前記混合量としては所定の再現可能範囲内の値を採り得るカラー表示デバイスについて、該カラー表示デバイスに入力すべき前記表示用信号を、測色値に変換する色変換方法であって、(A) 前記加法混色の原色にそれぞれ対応する前記表示用信号の信号強度を、それぞれ、前記加法混色の原色毎に、前記加法混色の原色の各混合量に変換する工程と、(B) 変換して得られた前記加法混色の原色の各混合量を所定の変換関係に基づいて前記測色値に変換する工程と、を備え、前記工程 (A) では、前記加法混色の原色のうち、少なくとも一つの第 1 特定原色については、該第 1 特定原色に対応する前記表示用信号の信号強度が、前記規定範囲内において予め設定された第 1 の変換範囲内の値である場合に、前記第 1 特定原色の混合量として、前記再現可能範囲内の値に変換し、前記第 1 特定原色に対応する前記表示用信号の信号強度が、前記規定範囲内における前記第 1 の変換範囲以外の残りの第 2 の変換範囲内の値である場合に、前記第 1 特定原色の混合量として、前記再現可能範囲外の値であって、かつ、予め設定された所定の救済範囲内の値に変換すると共

に、前記工程(B)では、前記変換関係として、前記加法混色の原色のうち、少なくとも一つの第2特定原色の色度座標を、前記特定の色度座標と同じ色相でかつ前記特定の色度座標より高い彩度を持つ仮想色度座標に変更して成る仮想カラー表示デバイスを想定し、或る測色値を変換した場合に得られる前記加法混色の原色の各混合量で混色して、前記仮想カラー表示デバイスにおいて色を表示した場合に、表示した該色の測色値が元の前記測色値と同じ値になるような、測色値から加法混色の原色の各混合量への変換関係とは、逆の変換関係を用いることを要旨とする。

【0029】このような色変換方法を用いることによって、カラー表示デバイスに入力すべき表示用信号から測色値への変換を行なうことができる。

【0030】また、本発明の別の色変換装置は、色変換用の代表点からなるルックアップテーブルを備え、前述の本発明の色変換装置によって変換して得られた前記加法混色の原色にそれぞれ対応する前記表示用信号の信号強度を、前記色変換用ルックアップテーブルの代表点と、その点に基づく補間演算を用いて、所定の表色系の値に変換する色変換装置であって、前記色変換用ルックアップテーブルは、変換して得られた前記加法混色の原色にそれぞれ対応する前記表示用信号の信号強度の値の組合せのうち、前記第1の変換範囲と前記第2の変換範囲との境界に位置する境界値を前記第2の特定原色の何れかに対応する前記表示用信号の信号強度の値として含む特定の組合せを、少なくとも、前記色変換用ルックアップテーブルのアドレスの値として持つと共に、前記特定の組合せによって表されるアドレスには、前記特定の組合せを変換して得られる前記表色系の値が格納されていることを要旨とする。

【0031】このような構成を採ることによって、第1の変換範囲と第2の変換範囲にまたがる領域を同一の係数で補間することを回避できるので、正しい表色系の値を得ることができる。

【0032】本発明の記録媒体は、各々特定の色度座標を持つ加法混色の原色を、該加法混色の原色にそれぞれ対応して入力される表示用信号の信号強度に応じた混合量で混色することにより、色を表示すると共に、前記表示用信号の信号強度としては所定の規定範囲内の値を採り得、前記信号強度に応じた前記混合量としては所定の再現可能範囲内の値を採り得るカラー表示デバイスについて、測色値から前記カラー表示デバイスに入力すべき前記表示用信号を得るために、前記測色値を前記表示用信号に変換するためのコンピュータプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記測色値を所定の交換関係に基づいて前記加法混色の原色の各混合量に変換すると共に、前記交換関係として、前記加法混色の原色のうち、少なくとも一つの第1特定原色の色度座標を、前記特定の色度座標と同じ色相でかつ

前記特定の色度座標より高い彩度を持つ仮想色度座標に変更して成る仮想カラー表示デバイスを想定し、或る測色値を変換した場合に得られる前記加法混色の原色の各混合量で混色して、前記仮想カラー表示デバイスにおいて色を表示した場合に、表示した該色の測色値が元の前記測色値と同じ値になるような、測色値から加法混色の原色の各混合量への変換関係を用いる第1の機能と、該第1の機能によって変換して得られた前記加法混色の原色の各混合量を、それぞれ、前記加法混色の原色毎に、前記加法混色の原色にそれぞれ対応する前記表示用信号の信号強度に変換すると共に、前記加法混色の原色のうち、少なくとも一つの第2特定原色については、前記第1の機能によって変換して得られた該第2特定原色の混合量が前記再現可能範囲内の値である場合に、前記表示用信号の信号強度として、前記規定範囲内において予め設定された第1の変換範囲内の値に変換し、前記第1の機能によって変換して得られた前記第2特定原色の混合量が前記再現可能範囲外の値であって、かつ、予め設定された所定の救済範囲内の値である場合には、前記表示用信号の信号強度として、前記規定範囲内における前記第1の変換範囲以外の残りの第2の変換範囲内の値に変換する第2の機能とを、コンピュータに実現させるためのコンピュータプログラムを記録したことを要旨とする。

【0033】なお、記録媒体としては、フレキシブルディスクやCD-ROM、光磁気ディスク、ICカード、ROMカートリッジ、パンチカード、バーコードなどの符号が印刷された印刷物、コンピュータの内部記憶装置(RAMやROMなどのメモリ)および外部記憶装置等の、コンピュータが読取り可能な種々の媒体を利用できる。

【0034】このような記録媒体に記録されたコンピュータプログラムがコンピュータによって実行されると、上記した本発明の色変換方法や色変換装置とほぼ同様な処理がなされ、本発明の色変換方法や色変換装置と同様の効果を奏することができる。

【0035】

【発明の他の態様】また、本発明は、以下のような他の態様も含んでいる。即ち、一つの態様としては、コンピュータに上記の発明の各工程または各手段の機能を実現させるコンピュータプログラムを通信経路を介して供給するプログラム供給装置としての態様である。こうした態様では、プログラムをネットワーク上のサーバなどに置き、通信経路を介して、必要なプログラムをコンピュータにダウンロードし、これを実行することで、上記の色変換方法や色変換装置を実現することができる。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。図1は本発明の一実施例としての色変換方法の処理手順を示すフローチャートである。

【0037】例えば、今、印刷用の画像処理の中間段階（例えば、製版工程の途中など）において、最終印刷結果を予見するために、カラー印刷用のCMYK色信号をカラーモニタ用のRGB色信号に変換してカラーモニタに与え、カラー画像を表示することを考えてみる。

【0038】一般に、スキャナ読込用透過フィルムのRGB色信号をカラーモニタ用のRGB色信号（表示用信号RGB）に変換する場合、RGB→XYZ→RGBの順に色変換を行なう。ここで、XYZはデバイスに依存しない測色系や表色系を経由することを代表して示しており、L\*a\*b\*やL\*u\*v\*等、あるいはそれらのいくつかを経由してもかまわない。このうち、本実施例の色変換方法は、測色値であるXYZを表示用信号であるR

$$\begin{pmatrix} r' \\ g' \\ b' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.757777 & -1.308176 & -0.424273 \\ -0.993072 & 1.922088 & 0.042577 \\ 0.077090 & -0.282662 & 1.464701 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} \quad \cdots(1)$$

【0042】なお、この場合、上記カラーモニタとしては、赤、緑、青の蛍光体が後述するITU-R 709（旧CCIR 709）蛍光体であって、赤、緑、青が最大輝度のとき（即ち、赤、緑、青の各蛍光体が最大輝度で発光したとき）に、白としてD50（色温度5000度）の白を表示し得るものを用いる。

【0043】ここで、r'、g'、b'とは、上記カラーモニタにおける赤、緑、青の各輝度（即ち、赤、緑、青の各蛍光体が発光した際の各輝度）を、それぞれ、最小輝度がほぼ0、最大輝度がほぼ1となるように規格化（正規化）して得られる輝度リニアな（即ち、輝度に比例した）値である。一般に、カラーモニタにおいては、赤、緑、青の各蛍光体がそれぞれ適当な輝度で発光して、それらの各光が混ざり合うことにより、所望の色を表示することになる。従って、上記したr'、g'、b'は、上記カラーモニタにおいて、赤、緑、青の各色を混色して所望の色を表示する際の、赤、緑、青の各混含量を表すことになる。

【0044】また、上記したようにr'、g'、b'は最小輝度がほぼ0、最大輝度がほぼ1となるように規格

$$\begin{aligned} V=0 & \quad (L \leq 0.0) \\ V=L^{1/\gamma} & \quad (0.0 \leq L < 1.0) \\ V=1.0 & \quad (1.0 \leq L) \end{aligned} \quad \cdots(2)$$

【0047】式（2）において、Lは、赤、緑、青の各蛍光体が発光した際の各輝度を表すものであり、上記したr'、g'またはb'に対応する。また、Vは、上記カラーモニタに入力すべき赤、緑、青の表示用信号の各信号強度（即ち、印加電圧）を表すものであり、上記したR、GまたはBに対応する。式（2）に示す変換関数は、 $0 \leq L < 1$ の範囲で、Lの $1/\gamma$ 乗の関数となっている。

【0048】従って、上記r' g' b' → RGB変換処理では、赤、緑、青毎に、それぞれ、r' をRに、g' をGに、b' をBに、それぞれ変換することになる。

GBに色変換を行なう場合（即ち、XYZ→RGB）に適用される。

【0039】さて、本実施例に係る図1に示すフローチャートについて説明する前に、本実施例の色変換方法と従来の色変換方法とを比較するために、まず、従来の色変換方法について、再度説明する。

【0040】従来においては、まず、実際のカラーモニタ用として求められた式（1）に示す色変換関係に基づいて、測色値であるXYZからr' g' b' への色変換を行なう。

【0041】

【数1】

化した値であるので、測色値であるXYZとして、上記カラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体によって再現し得る色域（上記カラーモニタ固有のガメット [gamut]）の中にある色を、上記XYZ→r' g' b' 変換処理によって変換した場合、変換により得られるr'、g'、b'の値は、何れも0から1の範囲に納まることになる。しかし、XYZとして、上記した色域の外にある色を変換した場合には、変換により得られるr'、g'、b'の値は、何れかが0から1の範囲外になってしまう。

【0045】次に、従来においては、上記カラーモニタにおけるγ特性に基づいて、式（2）に示す変換関数によって、r' g' b' から表示用信号であるRGBへの変換を行なう。ここで、R、G、Bは、それぞれ、上記カラーモニタに入力すべき赤、緑、青の表示用信号の各信号強度（即ち、印加電圧）を、最小値が0、最大値が1となるように規格化（正規化）したものである。

【0046】

【数2】

をGに、b' をBに、それぞれ変換することになる。

【0049】従来においては、前段のXYZ→r' g' b' 変換処理において、例えば、r'、g'、b'の何れかの値として0より小さい値（即ち、 $L < 0$ ）が得られた場合、後段のr' g' b' → RGB変換処理において、式（2）から明らかなように、その値はすべてR、GまたはBの値として0（即ち、 $V=0$ ）に変換されてしまう。

【0050】従って、前述したように、前段のXYZ→r' g' b' 変換処理において、例えば、XYZとして、



上記カラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体によって再現し得る色域の外にある色を変換し、その変換により得られる  $r'$ 、 $g'$ 、 $b'$  の値の何れかが 0 より小さい値になった場合（即ち、0 から 1 の範囲外になった場合）、後段の  $r'$   $g'$   $b' \rightarrow R G B$  変換処理において、その値はすべて  $R$ 、 $G$ 、 $B$  の値として 0 に変換されて、一律に 0 で打ち切られることになる。このため、上記した色域の外にある色の部分については、 $r'$   $g'$   $b' \rightarrow R G B$  変換処理を行なった際に、その色の部分の情報が失われてしまい、前述したように、その色の部分の色の調子がなくなったり、色相が変化したりするなどの不具合が生じてしまう。

【0051】図 2 は実際のカラーモニタで用いられる赤、緑、青の蛍光体の表す色の色度座標及び実際のポジフィルムのカラーパッチ群を測色して得られる各色の色度座標を示す  $x-y$  色度図である。

【0052】図 2 において、三角形の各頂点  $R0$ 、 $G0$ 、 $B0$  はそれぞれ赤、緑、青の各蛍光体の表す色の色度座標（即ち、色度点）を示している。前述したように、上記カラーモニタにおいては、赤、緑、青の蛍光体として  $I T U-R$  709 蛍光体を用いているため、頂点  $R0$ 、 $G0$ 、 $B0$  はそれぞれ  $I T U-R$  709 蛍光体の表す色の色度座標となっている。また、図 2 において、白丸はそれぞれカラーパッチ群を測色して得られる各色の色度座標を示している。なお、カラーパッチ群としては  $I T 8$ 、7/1 のカラーパッチ群を用いており、図 2 ではその代表点を示している。

【0053】また、 $R0$ 、 $G0$ 、 $B0$  を頂点とする三角形は、上記した赤、緑、青の蛍光体によって再現し得る色域（上記カラーモニタ固有のガメット [gamut]） $g a$  を示している。なお、 $S L$  は単色光軌跡（スペクトル軌跡）を示している。

【0054】図 2 に示すように、カラーパッチの各色が、カラーモニタによって表示したい色であるとしても、それらの色の一部は赤、緑、青の蛍光体によって再現し得る色域  $g a$ （即ち、三角形）の外に存在している。従って、それらカラーパッチの各色について、測色値である  $X Y Z$  を従来の色変換方法によって表示用信号である  $R G B$  に変換し上記カラーモニタに与えると、それら各色はカラーモニタにおいて図 3 に示す如く再現されることになる。

【0055】図 3 は図 2 に示すカラーパッチの各色が従来の色変換方法によりカラーモニタにおいてどのような色に再現されるかを示す  $x-y$  色度図である。図 3 において、各ベクトルは、それぞれ、カラーパッチの各色が上記カラーモニタでどの色に再現されたかを表しており、ベクトルの始点の白丸が元のカラーパッチの色の色度座標を示し、ベクトルの終点が入りカラーモニタにおいて再現された色の色度座標を示し、また、ベクトルの長さが元の色と再現された色との差（誤差）を表してい

る。

【0056】図 3 から明らかなように、カラーパッチの各色のうち、色域  $g a$  の内にある色については、上記カラーモニタで表示すると、そのまま忠実に再現されるが、色域  $g a$  の外にある色については、上記カラーモニタで表示すると、すべて、色域  $g a$  の外周に張り付いた状態となり、色彩的に歪んだものとなる。

【0057】従って、測色値である  $X Y Z$  を従来の色変換方法によって表示用信号である  $R G B$  に変換して上記カラーモニタに与えた場合、赤、緑、青の蛍光体によって再現し得る色域  $g a$  の外にある色については、前述したとおり、色の調子が無くなったり、色相が変化したりするといった不具合が生じてしまう。

【0058】また、図 4 は従来の色変換方法によっては救済できない色の領域を示す説明図である。図 4 では、3 次元の色空間を赤-緑の平面に射影して示したものである。図 4 において、赤方向の軸と緑方向の軸と（即ち、2 つの矢印）で挟まれた領域は実際に存在する色の領域を示している。また、格子状に仕切られた矩形は、上記赤-緑平面において、前述したカラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体によって再現し得る色域（即ち、ガメット） $g a$  を示したものである。

【0059】従って、実際に存在する色であっても、図 4 において斜線で示した領域  $O A$  内の色のように、色域  $g a$  の外にある色については、前述したように、 $r'$   $g'$   $b' \rightarrow R G B$  変換処理を行なった際に、その色の部分の情報が失われてしまうため、従来の色変換方法によっては、領域  $O A$  内の色を救済することができなかった。

【0060】一方、以上説明したような従来の色変換方法に対し、本実施例の色変換方法においては、以下に述べるような方法を採用。なお、本実施例においても、カラーモニタとしては、赤、緑、青の蛍光体が  $I T U-R$  709（旧  $C C I R$  709）蛍光体であるカラーモニタを用いるものとする。

【0061】本実施例においては、図 1 に示すように、まず、実際のカラーモニタ用として求められた色変換関係ではなく、仮想的なカラーモニタ（以下、仮想カラーモニタという）用として求められた色変換関係に基づいて、測色値である  $X Y Z$  から  $r'$   $g'$   $b'$  への変換を行なう（ステップ 20）。

【0062】なお、このような仮想カラーモニタ用としての色変換関係は、予め、図 5 に示すような色変換関係導出処理によって求められる。

【0063】図 5 は図 1 の  $X Y Z \rightarrow r' g' b'$  変換処理において用いられる色変換関係を求めるための色変換関係導出処理の処理手順を示すフローチャートである。

【0064】図 5 に示す色変換関係導出処理が開始されると、まず、仮想カラーモニタ想定処理（ステップ  $S 40$ ）においては、実際のカラーモニタに対し、仮想カラ

一モニタを想定する。ここで、仮想カラーモニタとしては、赤、緑、青の各蛍光体の表す色の色度座標を、実際の色度座標と同じ色相でかつ実際の色度座標より高い彩度を持つ仮想色度座標に変更したカラーモニタを想定する。

【0065】図6は赤、緑、青の各蛍光体の表す色について実際の色度座標と仮想色度座標をそれぞれ示すx-y色度図である。

【0066】図6において、点線の三角形の頂点R0、G0、B0は、図2に示したのと同様に、実際のカラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体（ITU-R 709蛍光体）の表す色の色度座標（即ち、実際の色度座標）を示している。

【0067】一方、実線の三角形の頂点R5、G5、B5は、実際の色度座標R0、G0、B0と同じ色相で、実際の色度座標R0、G0、B0に比べ彩度が5%高い仮想色度座標を示している。

【0068】図7は赤、緑、青の各蛍光体の表す色の実際の色度座標と同じ色相を持つ色度座標の軌跡を示すx-y色度図である。図7において、re、gr、blは、それぞれ、実際の色度座標R0、G0、B0と同じ色相を持つ色度座標の軌跡を示しており、無彩色点Nを始点として周辺部（即ち、高彩度）に向かって、曲線を描きながら放射状に伸びている。

【0069】従って、図6に示す仮想色度座標のうち、例えば、R5は、赤の蛍光体の表す色の実際の色度座標R0と同じ色相であるので、図7に示す軌跡re上に乗っており、しかも、無彩色点Nから仮想色度座標R5までの軌跡reに沿った距離は、実際の色度座標R0と比較して、周辺部（高彩度）側に5%伸びている。また、G5、B5についても、同様に、それぞれ、緑、青の蛍光体を表す各色の実際の色度座標G0、B0と同じ色相であるので、図7に示す軌跡gr、bl上に乗っており、無彩色点Nから各仮想色度座標までの軌跡gr、blに沿った距離は、実際の色度座標G0、B0と比較して、周辺部（高彩度）側に5%伸びている。

【0070】以上のように、仮想カラーモニタにおいては、赤、緑、青の各蛍光体の表す色の色度座標を、図6に示すような仮想色度座標に変更したことによって、実際のカラーモニタに比較して、赤、緑、青の蛍光体によって再現し得る色域（即ち、三角形）が拡大することになる。従って、このような仮想カラーモニタにおいては、赤、緑、青の蛍光体によって再現し得る色域（即ち、実線の三角形）ga'の中に包含されるカラーパッチの色（即ち、白丸）を増加させることができる。

【0071】ところで、上記した説明においては、仮想色度座標を図6に示すようなx-y色度図上において表したが、仮想色度座標を、図8に示すような均等色空間（L\*a\*b'色空間）座標系のa'-b'色度図上において表すようにしても良い。

【0072】図8は赤、緑、青の各蛍光体の表す色について実際の色度座標と仮想色度座標をそれぞれ示すa'-b'色度図である。図8において、点線の多角形の頂点のうち、R0、G0、B0は、図6に示したのと同様に、実際のカラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体（ITU-R 709蛍光体）の表す色の色度座標（即ち、実際の色度座標）を示している。従って、点線の多角形は、実際のカラーモニタにおいて赤、緑、青の各蛍光体によって再現し得る色域gaを示している。

【0073】図8に示すような均等色空間座標系の色度図においては、同色相の色度座標の軌跡は、図6に示したような曲線ではなく、無彩色点Nから周辺部（即ち、高彩度）に向かって放射状に伸びる直線となる。

【0074】従って、図8に示すような均等色空間座標系のa'-b'色度図を用いて仮想色度座標を設定する場合、無彩色点Nから周辺部に向かって放射状に伸びる直線上に設定するようにすれば良いため、仮想色度座標を容易に設定することができる。

【0075】図8において、実線の多角形の頂点のうち、R5、G5、B5は、実際の色度座標R0、G0、B0と同じ色相で、実際の色度座標R0、G0、B0に比べ彩度が5%高い仮想色度座標を示している。

【0076】即ち、図8において、仮想色度座標R5は無彩色点NからR0を介して周辺部に向かって放射状に伸びる直線（即ち、同じ色相を持つ色度座標の軌跡）上に乗っており、無彩色点Nから各仮想色度座標までの距離は、実際の色度座標R0に比較して、周辺部（高彩度）側に5%伸びている。仮想色度座標G5、B5についても同様に、無彩色点NからG0、B0を介して周辺部に向かって放射状にそれぞれ伸びる直線上に乗っており、無彩色点Nから各仮想色度座標までの距離は、実際の色度座標G0、B0に比較して、周辺部側に5%伸びている。従って、実線の多角形は、仮想カラーモニタにおいて赤、緑、青の各蛍光体によって再現し得る色域ga'を示している。

【0077】さて、次に、図5に示す色変換関係算出処理（ステップS42）においては、ステップS40で想定した仮想カラーモニタ用として、測色値であるXYZから赤、緑、青の各混合量を表すr'、g'、b'に変換するための色変換関係を算出する。このとき、或る測色値を赤、緑、青の各混合量に変換し、その各混合量で混色して、色を仮想カラーモニタに表示した場合に、表示した色を測色して得られる測色値が元の測色値と同じになるような、測色値XYZから赤、緑、青の各混合量r'、g'、b'への色変換関係を求めるようにする。

【0078】こうして、仮想カラーモニタ用としてXYZからr'、g'、b'への色変換関係を算出したら、色変換関係導出処理を終了する。

【0079】以上、色変換関係導出処理の概要について説明したが、さらに、数式等を用いて具体的に説明す

る。

【0080】図9はITU-R 709の赤、緑、青の各蛍光体の表す色の色度座標及びD50の白の色度座標を示す説明図である。

【0081】本実施例においては、前述したように、実際のカラーモニタにおける赤、緑、青の蛍光体として、ITU-R 709 (旧CCIR 709) 蛍光体を用いている。ここで、ITU-Rとは、テレコミュニケーションに関する国際的な組織 (International Telecommunication Union) のことであり、その Recommendation 709 (HDTV の規格) では、赤 (red)、緑 (green)、青 (blue) の蛍光体の表す色の色度座標 (発光色度座標) を図9に示すように定義している。

$$E_w = 0.24989 E_r + 0.6980099 E_g + 0.0520963 E_b \quad \dots\dots (3)$$

【0085】一方、 $x$ 、 $y$ 、 $z$ 、 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  の関係は式 (4) ~ (7) のように表される。

【0086】

$$x = X / (X + Y + Z) \quad \dots\dots (4)$$

$$y = Y / (X + Y + Z) \quad \dots\dots (5)$$

$$z = Z / (X + Y + Z) \quad \dots\dots (6)$$

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.484646 & 0.349004 & 0.130240 \\ 0.249896 & 0.698008 & 0.052096 \\ 0.022718 & 0.116335 & 0.685932 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r' \\ g' \\ b' \end{pmatrix} \quad \dots\dots (8)$$

【0089】即ち、式 (8) は実際のカラーモニタにおける  $r'$ 、 $g'$ 、 $b'$  から  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  への変換関係を表している。

【0090】また、式 (8) に示す行列の逆行列を求めることによって、式 (8) とは逆の  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  から  $r'$ 、 $g'$ 、 $b'$  への変換関係を求めると、前述の式 (1) のように表される。

【0091】即ち、式 (1) は、前述したとおり、実際のカラーモニタ用としての  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  から  $r'$ 、 $g'$ 、 $b'$  への変換関係を表している。

【0092】そこで、次に、実際のカラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体の表す色の色度座標 (即ち、実際の色度座標) と、白の色度座標とに基づいて、仮想カラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体の表す色の色度座標、即ち、仮想色度座標を求める。

【0093】図10は実際のカラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体の表す色及び白色の  $x$ 、 $y$ 、 $Y$  の各値とそれに対応する均等色空間座標系の  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  の各値を示す説明図である。

【0094】実際のカラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体の表す色及び白色の  $x$ 、 $y$ 、 $Y$  の各値が、それぞれ、図10の左側3列に示すように確定すると、それらに対応する均等色空間座標系の  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  の各値は、それぞれ、図10の右側3列に示すように求められる。

【0095】そこで、次に、本実施例においては、赤、

【0082】また、赤、緑、青の各蛍光体の表す色の色度座標の他、白の色度座標を決定することによって、上記カラーモニタにおける赤、緑、青の最大輝度の比を確定することができる。

【0083】例えば、白としてD50 (色温度5000度) の白 (white) を用いた場合、その色度座標は図9 (b) に示すように与えられる。従って、上記カラーモニタにおける赤、緑、青の最大輝度の比は、 $E_w$ 、 $E_r$ 、 $E_g$ 、 $E_b$  を、それぞれ、 $W$ 、赤、緑、青の色度座標を持ち  $Y$  成分が1のベクトルであるとする、式 (3) に示す如く表すことができる。

【0084】

$$z = 1 - x - y \quad \dots\dots (7)$$

【0087】従って、以上の式及び値を用いて、 $r'$ 、 $g'$ 、 $b'$  から  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  への変換関係を求めると、式 (8) のように表される。

【0088】

【数3】

緑、青の各蛍光体の表す色について、実際のカラーモニタにおける実際の色度座標に基づいて仮想カラーモニタにおける仮想色度座標を求めるために、図10に示す  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  の各値に着目し、 $L^*$  の値を一定にしながら、 $a^*$ 、 $b^*$  の各値にそれぞれ1より大きな一定の係数を掛けるようにする。

【0096】これにより、図8に示すような均等色空間座標系の  $a^*$ - $b^*$  色度図上において、無彩色点  $N$  から周辺部 (高彩度) に向かって放射状に伸びる直線に沿って、無彩色点  $N$  からの距離が実際の色度座標よりも周辺部側に伸びた位置に、仮想色度座標が求められる。

【0097】即ち、上記した一定の係数として1.05を用いることによって、図8に示したように、無彩色点  $N$  からの距離が実際の色度座標  $R0$ 、 $G0$ 、 $B0$  よりも周辺部側に5%伸びた位置に、仮想色度座標が求められることになる。

【0098】図11は仮想カラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体の表す色及び白色の  $x$ 、 $y$ 、 $Y$  の各値とそれに対応する均等色空間座標系の  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  の各値を示す説明図である。

【0099】そこで、図10に示す  $L^*$  の値を一定にしたまま、図10に示す  $a^*$ 、 $b^*$  の各値に上記した係数1.05を掛けると、 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  の各値は、それぞれ、図11の右側3列に示す如くなる。そして、さらに、これら  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  の各値に対応する  $x$ 、 $y$ 、 $Y$  の各値を求めると、それぞれ、図11の左側3列に示す

如くなる。こうして求められた  $x$ ,  $y$ ,  $Y$  は、仮想カラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体の表す色及び白色の  $x$ ,  $y$ ,  $Y$  である。このうち、赤、緑、青の  $x$ ,  $y$  は、仮想カラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体の表す色の色度座標、即ち、仮想色度座標である。

【0100】次に、このようにして求められた仮想カラ

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.498991 & 0.338202 & 0.126824 \\ 0.249434 & 0.701848 & 0.048718 \\ 0.019183 & 0.105039 & 0.701162 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r' \\ g' \\ b' \end{pmatrix} \quad \text{.....(9)}$$

【0102】即ち、式(9)は仮想カラーモニタにおける  $r'$ ,  $g'$ ,  $b'$  から  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  への変換関係を表している。

【0103】また、式(9)に示す行列の逆行列を求めることによって、式(9)とは逆の  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  から

$$\begin{pmatrix} r' \\ g' \\ b' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.621245 & -1.204678 & -0.390419 \\ -0.936339 & 1.870108 & 0.039423 \\ 0.068558 & -0.247197 & 1.430979 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} \quad \text{.....(10)}$$

【0105】即ち、式(10)は、仮想カラーモニタ用としての  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  から  $r'$ ,  $g'$ ,  $b'$  への変換関係を表している。

【0106】以上のようにして、色変換関係導出処理においては、具体的に  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  から  $r'$ ,  $g'$ ,  $b'$  への変換関係を求めている。

【0107】従って、本実施例においては、図1に示すように、 $XYZ \rightarrow r' g' b'$  変換処理(ステップS20)として、以上のようにして求められた仮想カラーモニタ用としての色変換関係、即ち、式(10)に示す行列演算によって、 $XYZ$  から  $r' g' b'$  への変換を行なう(ステップ23)。

【0108】このように、仮想カラーモニタ用として求められた色変換関係に基づいて  $XYZ$  から  $r' g' b'$  への変換を行なうことにより、実際のカラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体によって再現し得る色域(即ち、ガメット)  $g a$  の外にある色であっても、仮想カラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体によって再現し得る色域  $g a'$  の中にある色については、その色変換により得られる  $r'$ ,  $g'$ ,  $b'$  の値として、何れ

$$\begin{aligned} & V=0 \quad (L < -k) \\ & V = \frac{j(L+k)}{i+k} \quad (-k \leq L < i, \text{但し}, i=j^* > 0) \quad \text{.....(11)} \end{aligned}$$

但し、式(11)において、 $i$  は  $j$  の  $\gamma$  乗であり、0より大きい値である。

【0112】

【数7】

$$\begin{aligned} V &= L^{1/\gamma} & (i \leq L < 1.0) \\ V &= 1.0 & (1.0 \leq L) \end{aligned} \quad \text{.....(12)}$$

【0113】図12は  $r' g' b' \rightarrow RGB$  変換処理において用いられる  $L$  から  $V$  への変換特性を、従来例と本

一モニタにおける赤、緑、青の各蛍光体の表す色及び白色の  $x$ ,  $y$ ,  $Y$  の各値と式(4)~(7)から、 $r'$ ,  $g'$ ,  $b'$  から  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  への変換関係を求めると、式(9)のように表される。

【0101】

【数4】

$r'$ ,  $g'$ ,  $b'$  への変換関係を求めると、式(10)のように表される。

【0104】

【数5】

も、0から1の範囲内に入るようになる。従って、後段において、 $r' g' b' \rightarrow RGB$  変換処理を行なっても、その色の部分については情報が失われることはない。

【0109】次に、本実施例では、ステップS20で得られた  $r' g' b'$  から実際のカラーモニタに入力すべき赤、緑、青の表示用信号である  $RGB$  に変換する処理を行なう(ステップS22)。

【0110】即ち、まず、ステップS20で得られた  $r'$ ,  $g'$  または  $b'$  の値を  $L$  とおき(ステップS24)、その  $L$  の値が  $i$  以上であるかを判定する(ステップS26)。ここで、 $i$  は後述するように  $j$  の  $\gamma$  乗であり、0より大きい値である。そして、 $L$  の値が  $i$  より小さい場合には、式(11)に示す変換関数により  $L$  から  $V$  への変換を行ない(ステップS28)、 $L$  の値が0以上の場合には、式(12)に示す変換関数により  $L$  から  $V$  への変換を行なう(ステップS30)。

【0111】

【数6】

実施例とで比較して示したグラフである。図12において、(b)は(a)の  $(L, V) = (0, 0.03)$  近傍の部分拡大して示した拡大図である。

【0114】図12において、実線で示された曲線C0は従来例における変換特性を表し、具体的には、式(2)に示す変換関数によって得られる変換特性を表している。一方、破線で示された曲線C1は本実施例における変換特性を表し、具体的には、式(11)、(1

2) に示す変換関数によって得られる変換特性を表している。なお、図 12 においては、式 (2)、(11)、(12) における  $y$  の値を「3」、式 (11) における  $k$  の値を「0.1」、式 (11) における  $j$  の値を「0.03」としている。

【0115】従来においては、図 12 において、実線で示された曲線 C0 が表すように、 $L$  の値が 0 より小さい場合 ( $L < 0$ ) は、すべて、 $V$  の値として 0 に変換されてしまうため、図 4 に示した色域  $g_a$  の外にある色については、 $r' g' b' \rightarrow RGB$  変換処理を行なった際

に、その色の部分の情報が失われていた。

【0116】これに対し、本実施例においては、破線で示された曲線 C1 が表すように、 $L$  の値が  $-k$  以上で  $i$  未満の場合 ( $-k \leq L < i$ ) は、 $V$  の値として 0 以上  $j$  未満の値に変換される。従って、 $-k$  以上 0 未満の範囲 ( $-k \leq L < 0$ ) は上記範囲 ( $-k \leq L < i$ ) 内であるので、上記色域  $g_a$  の外にある色でも、 $L$  の値として  $-k$  以上 0 未満の範囲 ( $-k \leq L < 0$ ) に入る色の部分については情報が失われることがない。

【0117】なお、前述したように、色域  $g_a$  の外にある色であっても、仮想カラーモニタにおける色域  $g_a'$  の中にある色の部分については、 $r'$ 、 $g'$ 、 $b'$  の値が何れも 0 から 1 の範囲内に入る ( $0 \leq L < 1$ ) ので、その色の部分についても情報が失われることがない。

【0118】また、このように、 $L$  の値が  $-k$  以上で  $i$  未満の範囲 ( $-k \leq L < i$ ) にある場合は、式 (11) に示すように、その  $L$  の値は、 $L$  の一次関数によって  $V$  の値に変換されるため、その範囲では曲線 C1 は図 12 に示すように直線となる。従って、その範囲では、変換前の  $L$  の値と変換後の  $V$  の値は比例関係にある。

【0119】なお、 $L$  の値が  $-k$  より小さい場合 ( $L < -k$ ) には、式 (11) から明らかなように、その  $L$  の値は、従来の場合と同様に、 $V$  の値として 0 に変換されることになる。

【0120】一方、 $L$  の値が  $i$  以上で 1 未満の場合 ( $i \leq L < 1$ ) は、 $V$  の値として  $j$  以上 1 未満の値に変換される。このとき、 $L$  の値は、式 (12) に示すように、従来における式 (2) と同じ  $L$  の  $1/y$  乗の関数、即ち、実際のカラーモニタの  $y$  特性に応じた関数によって、 $V$  の値に変換されるため、上記範囲では曲線 C1 は従来の曲線 C0 と重なることになる。

【0121】なお、 $L$  の値が 1 以上の場合 ( $1 \leq L$ ) には、式 (12) から明らかなように、その  $L$  の値は、従来の場合と同様に、 $V$  の値として 1 に変換されることになる。

【0122】さて、以上のようにして、ステップ S28 または S30 において、 $V$  の値が得られたら、次に、本実施例においては、 $V$  の値を、ステップ S24 の  $r'$ 、 $g'$ 、 $b'$  に対応させて、 $R$ 、 $G$  または  $B$  とおく (ステップ S32)。

【0123】従って、以上の  $r' g' b' \rightarrow RGB$  変換処理 (ステップ S22) によって、赤、緑、青毎に、それぞれ、 $r'$  は  $R$  に、 $g'$  は  $G$  に、 $b'$  は  $B$  に、それぞれ変換される。

【0124】図 13 は本実施例の色変換方法によって救済される色の領域と、変換前と変換後の各色の位置を示す説明図である。図 13 は、図 4 と同様に、3 次元の色空間を赤-緑の平面に射影して示したものである。図 13 において、赤方向の軸と緑方向の軸と (即ち、2 つの矢印) で挟まれた領域は実際に存在する色の領域を示しており、また、格子状に仕切られた実線の矩形は、実際のカラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体によって再現し得る色域 (即ち、ガメット)  $g_a$  を示している。また、一点鎖線によって格子状に仕切られた平行四辺形は、仮想カラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体によって再現し得る色域  $g_a'$  を示している。

【0125】本実施例の色変換方法においては、図 1 に示す  $XYZ \rightarrow r' g' b'$  変換処理におけるステップ S23 の処理及び  $r' g' b' \rightarrow RGB$  変換処理におけるステップ S30 の処理によって、図 13 に示すように、仮想カラーモニタにおける色域  $g_a'$  の中にある色は、すべて、実際のカラーモニタにおける色域  $g_a$  のうち、格子状に仕切られた矩形で表した変換領域 A1 に変換される。即ち、例えば、色域  $g_a'$  の最外周に位置する色は、図 13 において矢印 E1 にて示すように、変換領域 A1 の最外周に変換されることになる。

【0126】従って、実際のカラーモニタにおける色域  $g_a$  の外にある色であっても、仮想カラーモニタにおける色域  $g_a'$  の中にある色 (即ち、図 13 において、破線による斜線で示した領域 QA 内の色) については、上記した処理によって、必ず、変換領域 A1 内に変換されるため、領域 QA 内の色は本実施例の色変換方法によって救済されることになる。

【0127】図 14 は図 2 に示すカラーパッチの各色が本実施例の色変換方法により実際のカラーモニタにおいてどのような色に再現されるかを示す  $x-y$  色度図である。図 14 において、各ベクトルの意味は、図 3 に示したベクトルの意味と同様であるので、その説明は省略する。

【0128】仮想カラーモニタ用として算出した色変換関係に基づいて、与えられた測色値  $XYZ$  を表示用信号である  $RGB$  に変換し、その変換して得られた  $RGB$  を、前述の仮想カラーモニタではなく、実際のカラーモニタに与えると、実際のカラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体 (即ち、ITU-R 709 蛍光体) の表す色の色度座標はあくまで  $R0$ 、 $G0$ 、 $B0$  であるので、図 14 に示す如く、各色はすべて  $R0$ 、 $G0$ 、 $B0$  を頂点とする三角形 (即ち、色域  $g_a$ ) の中に変換される。

【0129】ここで、図 14 について検討してみると、

図6に示した色域  $g a'$  に相当する領域（図示せず）では、どのベクトルも、図7に示したような同色相の色度座標の軌跡に沿った方向を向いており、それとは異なる方向を向いているベクトルは存在しない。即ち、これは、どの色についても、元の色と同じ色相の色に再現されることを意味しており、色域  $g a$  の内にあるか外にあるかに関わらず、色相が変化しないことを表している。

【0130】また、同様に色域  $g a'$  に相当する領域では、各ベクトルの長さは、無彩色点  $N$  に近づくにつれて連続的に徐々に短くなっている。即ち、これは、どの色についても、色の調子が保存されていることを意味しており、彩度の低い色であろうと、彩度の高い色であろうと、色の調子が無くなることがないことを表している。

【0131】従って、本実施例の色変換方法によれば、高彩度の色の部分についても、色の調子を保存することができると共に、色相の変化を抑えることができる。

【0132】一方、再び、図13に戻って説明を続けると、実際のカラーモニタにおける色域  $g a$  の外にある色であって、且つ、仮想カラーモニタにおける色域  $g a'$  の外にある色であっても、図13において、散点にて示した領域  $P A$  内の色については、図1に示す  $X Y Z \rightarrow r' g' b'$  変換処理におけるステップ  $S 2 3$  の処理及び  $r' g' b' \rightarrow R G B$  変換処理におけるステップ  $S 2 8$  の処理によって、実際のカラーモニタにおける色域  $g a$  のうち、実線による斜線にて示した変換領域  $A 2$  に変換される。即ち、例えば、領域  $P A$  の最外周に位置する色は、図13において矢印  $E 2$  にて示すように、変換領域  $A 2$  の最外周に変換されることになる。

【0133】従って、実際のカラーモニタにおける色域  $g a$  の外にある色であっても、領域  $P A$  内の色については、上記した処理によって、変換領域  $A 2$  に変換されるため、領域  $P A$  内の色も、領域  $Q A$  内の色と同様に、本実施例の色変換方法によって救済されることになる。ここで、変換領域  $A 2$  が救済領域  $P A$  内にある色の変換先の領域であると言える。

【0134】ここで、救済領域  $P A$  の幅  $w 1$  は  $L$  の値として見た場合に前述した  $k$  に対応し、変換領域  $A 2$  の幅  $w 2$  は  $V$  の値として見た場合に前述した  $j$  に対応する。また、色域  $g a$  の一辺の幅は  $L$  または  $V$  の値として見た場合に「1」に対応する。本実施例においては、前述したように、 $k$  の値を「0.1」、 $j$  の値を「0.03」に設定しているので、変換領域  $A 2$  の幅  $w 2$  は救済領域  $P A$  の幅  $w 1$  より狭くなっている。このため、救済領域  $P A$  内にある色は、 $r' g' b' \rightarrow R G B$  変換処理によって、救済領域  $P A$  よりも幅の狭い変換領域  $A 2$  に、圧縮して押し込まれることになる。これに対し、元々色域  $g a$  の内にあった色は、 $r' g' b' \rightarrow R G B$  変換処理

$$V = \frac{L \cdot j/k + j}{1+j} \quad (-k \leq L < 0.0) \quad \dots\dots(13)$$

10

20

30

40

によって、変換領域  $A 2$  より遥かに幅の広い変換領域  $A 1$  に変換されることになる。従って、変換領域  $A 2$  の幅を狭くすることによって、変換領域  $A 1$  の幅はその分広くなるので、元々色域  $g a$  の内にあった色については、変換前後の色の位置（色度点）のずれ量を少なくすることができる。

【0135】なお、図13において、上記救済領域  $P A$  内であっても、クロスハッチで示した領域  $I A$  は、赤方向の軸と緑方向の軸と（即ち、2つの矢印）で挟まれた領域以外の領域であるので、実際には存在しない色の領域となる。従って、この領域  $I A$  が上記変換処理によって変換される先の領域には色が存在しないことになる。

【0136】さて、以上説明したように、本実施例によれば、測色値である  $X Y Z$  として、実際のカラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体によって再現し得る色域（即ち、ガメット） $g a$  の外にある色を変換した場合に、仮想カラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体によって再現し得る色域  $g a'$  の内にある色については、 $r', g', b'$  の値として、何れも、0から1の範囲内に入るので、後段の  $r' g' b' \rightarrow R G B$  変換処理において、その色の部分については情報が失われることはない。また、仮想カラーモニタにおける色域  $g a'$  の外にある色について、 $r', b', g'$  の何れかの値が0より小さい値になったとしても（ $L < 0$ ）、その値が  $-k$  以上であれば（ $L \geq -k$ ）、 $R, G, B$  の値として0以上  $j$  未満の値に変換される（ $0 \leq V < j$ ）ので、仮想カラーモニタにおける色域  $g a'$  の外にある色でも、 $r', b', g'$  の値として  $-k$  以上0未満の範囲（ $-k \leq L < 0$ ）に入る色の部分については情報が失われることがない。

【0137】従って、例え、実際のカラーモニタにおける色域  $g a$  の外の色であっても、上記した色の部分においては、色の調子が無くなったり、色相が変化したりすることがない。

【0138】ところで、上記した実施例においては、 $r' g' b' \rightarrow R G B$  変換処理におけるステップ  $S 2 6$  において、 $L$  の値が  $i$  以上であるか否かの判定をした結果、 $L$  の値が  $i$  より小さい場合には、式（11）に示す変換関数により  $L$  から  $V$  への変換を行ない（ステップ  $S 2 8$ ）、 $L$  の値が  $i$  以上の場合には、式（12）に示す変換関数により  $L$  から  $V$  への変換を行なっていた（ステップ  $S 3 0$ ）。しかし、式（11）、（12）に示す変換関数の代わりに、式（13）、（14）に示すような変換関数を用いるようにしても良い。

【0139】

【数8】

【0140】

【数9】

$$V = \frac{9.033L + j}{1 + j} \quad (0.0 \leq L < 0.008856)$$

$$V = \frac{1.16L^{1/7} - 0.16 + j}{1 + j} \quad (0.008856 \leq L < 1.0) \quad \dots\dots(14)$$

$$V = 1.0 \quad (1.0 \leq L)$$

【0141】図15は  $r' g' b' \rightarrow RGB$  変換処理において用いられる  $L$  から  $V$  への他の変換特性を示すグラフである。図15において、(b)は(a)の( $L$ ,  $V$ ) = (0, 0.05) 近傍の部分を拡大して示した拡大図である。

【0142】図15において、実線で示された曲線C2は、従来における一般的な  $\gamma$  特性に基づく変換特性を表しており、具体的には、式(15)に示す変換関数によって得られる変換特性を表している。

【0143】

【数10】

$V = 0$	$(L \leq 0.0)$	
$V = 9.03L$	$(0.0 < L \leq 0.008856)$	
$V = 1.16L^{1/7} - 0.16$	$(0.008856 < L \leq 1.0)$	$\dots\dots(15)$
$V = 1.0$	$(1.0 < L)$	

【0144】式(15)に示す変換関数は、同じ従来の変換関数である式(2)に示す変換関数とは異なり、 $0 < L < 0.008856$  の範囲で、 $L$  の一次関数となっている。

【0145】一方、図15において、点線で示された曲線C3は本発明における他の変換特性を表し、具体的には、式(13)、(14)に示す変換関数によって得られる変換特性を表している。なお、図15においては、式(13)～(15)における  $\gamma$  の値を「3」、式(13)における  $k$  の値を「0.1」、式(13)、(14)における  $j$  の値をほぼ「0.05」としている。

【0146】従来においては、図15において、実線で示された曲線C2が表すように、 $L$  の値が0より小さい場合 ( $L < 0$ ) は、すべて、 $V$  の値として0に変換されていた。

【0147】これに対し、式(13)、(14)に示すような変換関数を用いた場合は、点線で示された曲線C3が表すように、 $L$  の値が0より小さい場合 ( $L < 0$ ) でも、 $-k$  以上であれば ( $L \geq -k$ )、 $V$  の値として0以上  $j / (1 + j)$  未満の値に変換される。従って、上記色域  $g_a$  の外にある色でも、 $L$  の値として  $-k$  以上0未満の範囲 ( $-k \leq L < 0$ ) に入る色の部分については情報が失われることがない。

【0148】また、 $L$  の値が  $-k$  以上0未満の範囲 ( $-k \leq L < 0$ ) にある場合は、式(13)に示すように、その  $L$  の値は  $L$  の一次関数によって  $V$  の値に変換されるため、その範囲では曲線C3は図15に示すように直線となる。従って、その範囲では、変換前の  $L$  の値と変換

後の  $V$  の値は比例関係にある。

【0149】なお、 $L$  の値が  $-k$  より小さい場合 ( $L < -k$ ) には、式(13)からも明らかなように、その  $L$  の値は、従来の場合と同様に、 $V$  の値として0に変換されることになる。

【0150】一方、 $L$  の値が0以上で1未満の場合 ( $0 \leq L < 1$ ) は、 $V$  の値として  $j / (1 + j)$  以上で1未満の値に変換される。このとき、 $L$  の値が0.008856未満であれば、 $L$  の値は  $L$  の一次関数によって  $V$  の値に変換されるが、0.008856以上であれば、 $L$  の値は  $L$  の  $1/\gamma$  乗の関数、即ち、上記カラーモニタの  $\gamma$  特性に応じた関数によって  $V$  の値に変換されるため、上記範囲では曲線C3は図15に示すようなカーブを描くことになる。

【0151】なお、 $L$  の値が1以上の場合 ( $1 \leq L$ ) には、式(14)からも明らかなように、その  $L$  の値は、従来の場合と同様に、 $V$  の値として1に変換されることになる。

【0152】以上のように、式(13)、(14)に示すような変換関数を用いることによっても、式(11)、(12)に示す変換関数を用いた場合と同様な効果を得ることができる。

【0153】また、上記した実施例においては、カラー印刷用にスキャンされたRGB色信号をカラーモニタ用のRGB色信号に変換してカラーモニタに与える場合を想定していたため、測色値であるXYZから表示用信号であるRGBへの色変換を対象としていた。

【0154】しかし、カラーモニタ用のRGB色信号をカラー印刷用のCMYK色信号に変換して印刷機等に与えたり、あるいは、カラーモニタ用のRGB色信号をXYZ等の測色値に変換して記録媒体等に記録したりする場合には、上記とは逆の色変換、即ち、表示用信号であるRGBから測色値であるXYZへの色変換を対象としても良い。

【0155】即ち、この場合は、図1のステップS22で行なった  $r' g' b' \rightarrow RGB$  変換処理とは逆の変換処理である  $RGB \rightarrow r' g' b'$  変換処理を行なった後、図1のステップS20で行なった  $XYZ \rightarrow r' g' b'$  変換処理とは逆の変換処理である  $r' g' b' \rightarrow XYZ$  変換処理を行なうようにすれば良い。

【0156】なお、 $r' g' b' \rightarrow RGB$  変換処理では、 $L$  から  $V$  への変換を行なっていたが、 $RGB \rightarrow r' g' b'$  変換処理においては、上記とは逆の  $V$  から  $L$  への変換を行なうことになる。ここで、 $r' g' b' \rightarrow R$

GB変換処理では、LからVへの変換を、例えば、図12に示すような変換特性に基づいて行なっていたが、この変換特性では、図12から明らかなように、Lの値が決まればVの値は一意的に決まり、逆に、Vの値が決まればLの値は一意的に決まるので、 $RGB \rightarrow r' g' b'$ 変換処理におけるVからLへの変換も、図12に示す変換特性を用いて容易に行なうことができる。また、この場合、図12に示す変換特性の代わりに、図15に示した変換特性を用いても、何ら支障はない。

【0157】一方、 $XYZ \rightarrow r' g' b'$ 変換処理は式(10)に示す行列演算によって行なっていたが、 $r' g' b' \rightarrow XYZ$ 変換処理は、式(10)とは逆の式(9)に示す行列演算によって行なうことができる。

【0158】また、上記した実施例においては、色変換方法について説明したが、その色変換方法は図16に示すような色変換装置によって実現することができる。

【0159】図16は図1に示す色変換方法を実現することが可能な色変換装置を示すブロック図である。図1に示す色変換方法を実現することが可能な色変換装置を示すブロック図である。図16に示す色変換装置は、主として、CPU20、メモリ30、I/Oインタフェース40、ディスク・インタフェース50を備えており、これらは相互にバス60によって接続されている。

【0160】また、I/Oインタフェース40には、マウス70、キーボード80、カラーモニタ90、ネットワークカード130が接続されており、マウス70、キーボード80から入力された指示や命令をCPU20に伝えたり、表示用信号をカラーモニタ90に与えたり、ネットワークカード130との間で通信データのやり取りを行なったりする。なお、ネットワークカード130はネットワーク回線140に接続されており、このネットワーク回線140を介して、例えば、サーバ150などと通信を行なう。

【0161】また、ディスク・インタフェース50には、ハードディスクドライブ100、CD-ROMドライブ110、フロッピディスクドライブ120が接続されており、ハードディスクドライブ100内のハードディスクに対しデータ等の読み書きを行なったり、CD-ROMドライブ110に挿入されたCD-ROMよりプログラムやデータ等を読み出したり、フロッピディスクドライブ120に挿入されたフロッピディスク125に対しデータ等の読み書きを行なったりする。

【0162】また、CPU20は、メモリ30に蓄えられたコンピュータプログラムに従って動作し、 $XYZ \rightarrow r' g' b'$ 変換処理部22や $r' g' b' \rightarrow RGB$ 変換処理部24として機能する。ここで、 $XYZ \rightarrow r' g' b'$ 変換処理部22は、主に、図1に示した $XYZ \rightarrow r' g' b'$ 変換処理(ステップS20)を実行し、また、 $r' g' b' \rightarrow RGB$ 変換処理部24は、主に、図1に示した $r' g' b' \rightarrow RGB$ 変換処理(ステップ

S22)を実行する。なお、色変換すべき測色値であるXYZのデータは予めハードディスクドライブ100内のハードディスクに記憶されており、このハードディスクから供給されるか、或いは、サーバ150に格納されており、このサーバ150からネットワーク回線140、ネットワークカード130を介して供給される。また、処理中に得られたデータはメモリ30や上記ハードディスクに一時的に格納される。色変換によって得られた表示用信号であるRGBのデータは、上記ハードディスクに記憶されるか或いは上記サーバに格納される。また、カラーモニタ90が対象としているカラーモニタと同種のカラーモニタである場合には、得られた表示用信号であるRGBをカラーモニタ90に与えて、モニタリングしても良い。

【0163】また、CPU20に $XYZ \rightarrow r' g' b'$ 変換処理部22や $r' g' b' \rightarrow RGB$ 変換処理部24として機能させるコンピュータプログラムは、最終的には、前述したようにメモリ30に蓄えられるが、元は、CD-ROM115やフロッピディスク125に記録されている。即ち、上記したコンピュータプログラムはCD-ROM115やフロッピディスク125からCD-ROMドライブ110やフロッピディスクドライブ120によって読み取られ、例えば、一旦ハードディスクドライブ100内のハードディスクに書き込まれた後、メモリ30に転送される。

【0164】なお、上記したコンピュータプログラムを記録するための記録媒体としては、CD-ROM115やフロッピディスク125やハードディスクの他、光磁気ディスク、磁気テープ、ICカード、ROMカートリッジ、パンチカード、或いは、バーコードなどの符号が印刷された印刷物など、コンピュータによって読み取り可能な種々の記録媒体を用いることができる。

【0165】また、上記したコンピュータプログラムとして、前述したようにCD-ROM115やフロッピディスク125に記録されていたものをメモリ30に転送することもできるが、サーバ150に格納されていたものをネットワーク回線140、ネットワークカード130を介してメモリ30に転送するようにしても良い。この場合、サーバ150がコンピュータプログラム提供装置として機能する。なお、本実施例では、サーバへの接続手段として、ネットワーク回線とネットワークカードとの組合せを用いたが、その他、公衆回線とモデムやターミナルアダプタとの組合せを用いるようにしても良い。

【0166】さて、以上の説明においては、図1に示す色変換方法によって測色値であるXYZから表示用信号であるRGBへの変換を行なう場合と、図1の色変換とは逆の色変換方法によって表示用信号であるRGBから測色値であるXYZへの変換を行なう場合と、についてそれぞれ説明した。そこで次に、図1の色変換方法



によって得られた表示用信号であるRGB（即ち、RGB色信号）から印刷用信号であるCMYK（即ち、CMYK色信号）への変換を行なって印刷機等に与える場合を考えてみる。なお、前述したように、図1の色変換方法は図16の色変換装置によって実現することができるので、図1の色変換方法によって得られた表示用信号であるRGBは、図16の色変換装置によって得られた表示用信号であるRGBと言い換えることができる。

【0167】図16の色変換装置によって得られた表示用信号であるRGBから印刷用信号であるCMYKへの変換は、図17に示す色変換装置によって行なわれる。

【0168】図17は本発明の他の実施例として色変換装置を示すブロック図である。図17に示すように、本実施例の色変換装置160は、色変換用ルックアップテーブル170と色変換用補間回路180とを備えている。

【0169】図17に示す色変換装置160に、図16の色変換装置によって得られた表示用信号であるRGBが入力されると、色変換用補間回路180は、入力されたRGBの値の組合せが色変換用ルックアップテーブル170におけるアドレスの値として存在する場合には、そのRGBの値の組合せを色変換用ルックアップテーブル170に入力する。色変換用ルックアップテーブル170では、色変換用補間回路180から入力されたRGBの値の組合せの示すアドレス内に格納されているCMYKの値を読み出して、色変換用補間回路180に出力する。色変換用補間回路180は読み出されたCMYKをそのまま出力する。

【0170】一方、色変換装置160に入力されたRGBの値の組合せが色変換用ルックアップテーブル170におけるアドレスの値として存在しない場合には、色変換用ルックアップテーブル170におけるアドレスの値として存在するRGBの値の組合せのうち、入力された上記RGBの値の組合せに近いものを複数選択して、色変換用ルックアップテーブル170に入力する。色変換用ルックアップテーブル170では、色変換用補間回路180から入力されたRGBの値の各組合せの示す複数のアドレスから、各々の中に格納されているCMYKの値をそれぞれ読み出して、色変換用補間回路180に出力する。色変換用補間回路180は、読み出された複数のCMYKの値を用いて補間演算を行なって、色変換装置160に入力されたRGBに対応するCMYKを出力する。

【0171】図18は図17の色変換用ルックアップテーブルにおけるアドレスの値として存在するRGBの値の組合せとそれらアドレス内に格納されているCMYKの値の一例を示す説明図である。従って、例えば、色変換用ルックアップテーブル170に、色変換用補間回路180からRGBの値の組合せとして(R, G, B) =

(0, 0, 8)が入力されたとすると、その組合せの示すアドレス内に格納されているCMYKの値は、図18に示すように、(C, M, Y, K) = (C<sub>2</sub>, M<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>)であるので、この値が色変換用補間回路180に出力される。なお、図18に示すように、色変換用ルックアップテーブル170の全てのアドレス内には必ずCMYKの値が格納されている。

【0172】さて、本実施例においては、図16に示す色変換装置のr' g' b' → RGB変換処理部24において行なわれているr' g' b' → RGB変換処理が、例えば、図12に示す変換特性に基づくものである場合、R, G, Bの何れかの値としてjを含むRGBの値の組合せが、少なくとも、色変換用ルックアップテーブル170におけるアドレスの値として存在するように、色変換用ルックアップテーブル170を構成するようにする。

【0173】例えば、今、j = 8と設定すると、R, G, Bの何れかの値として8を含むRGBの値の組合せが、色変換用ルックアップテーブル170におけるアドレスの値として存在するように、色変換用ルックアップテーブル170を構成する。図18に示す例では、アドレスの値として、(R, G, B) = (0, 0, 8)、(R, G, B) = (0, 8, 0)、(R, G, B) = (8, 0, 0)、(R, G, B) = (0, 8, 8)、(R, G, B) = (8, 0, 8)、(R, G, B) = (8, 8, 0)、(R, G, B) = (8, 8, 8)、...など、R, G, Bの何れかの値として8を含むRGBの値の組合せが存在しているので、まさに、図18に示す例は上記したルックアップテーブルに該当する。

【0174】従って、前述したように、色変換用ルックアップテーブル170の全てのアドレス内には必ずCMYKの値が格納されているため、色変換用ルックアップテーブル170を上記したように構成することによって、R, G, Bの何れかの値としてjを含むRGBの値の組合せのうち、アドレスの値として存在するものについては、必ず、それに対応するCMYKの値が色変換用ルックアップテーブル170内に実存することになる。

【0175】r' g' b' からRGBへの変換では、図12に示す変換特性から明らかなように、R, GまたはB = j（即ち、V = j）の前後において、変換の傾向が全く異なっている。従って、RGBからCMYKへ変換する場合も、R, GまたはB = jの前後において、変換の傾向が異なることになる。このため、jを含むRGBの値の組合せに近い組合せについて、それぞれ、対応するCMYKの値（即ち、変換によって得られるCMYKの値）を求めると、それら値同士はかけ離れたものになっており、連続性がない。

【0176】一方、jを含むRGBの値の組合せが、全く、色変換用ルックアップテーブル170のアドレスの値として存在せず、このRGBの値の組合せに対応する

CMYKの値が色変換用ルックアップテーブル170に実存しないものと仮定すると、jを含むRGBの値の組合せが色変換装置160に入力された場合は、このRGBの値の組合せに近い組合せについて、それぞれ、対応するCMYKの値が複数、色変換用ルックアップテーブル170から読み出されて、それらCMYKの値を用いて補間演算が行なわれることになる。しかし、前述したように、jを含むRGBの値の組合せに近い組合せについては、それぞれ、対応するCMYKの値同士はかけ離れたものとなっており、連続性がないため、それらCMYKの値を用いて補間演算が行なわれたとしても、その補間演算によっては、jを含むRGBの値の組合せについての正しいCMYKの値を得ることができない。

【0177】これに対し、本実施例のように、jを含むRGBの値の組合せが少なくとも色変換用ルックアップテーブル170のアドレスの値として存在し、このRGBの値の組合せに対応するCMYKの値が色変換用ルックアップテーブル170に実存するように構成した場合には、jを含むRGBの値の組合せが色変換装置160に入力されると、補間演算が行なわれることなく、そのRGBの値の組合せに対応するCMYKの値が色変換用ルックアップテーブル170から読み出されて出力されるため、jを含むRGBの値の組合せについての正しいCMYKの値を得ることができる。

【0178】ところで、上記した説明では、図16に示す色変換装置における $r' g' b' \rightarrow RGB$ 変換処理が図12に示す変換特性に基づくものである場合を例として説明したが、図15に示す変換特性に基づくものである場合には、R、G、Bの何れかの値として $j / (1 + j)$ を含むRGBの値の組合せが、少なくとも、色変換用ルックアップテーブル170におけるアドレスの値として存在するように、色変換用ルックアップテーブル170を構成するようにする。

【0179】なお、本発明は上記した実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様にて実施することが可能である。

【0180】即ち、上記した実施例においては、測色値としてXYZを用いるようにしたが、XYZの代わりに、測色値として $L^* a^* b^*$ を用いるようにしても良い。

【0181】また、上記した実施例において、 $r' g' b' \rightarrow RGB$ 変換処理が図12に示す変換特性に基づくものである場合は、Lの値が $-k$ 以上で $i$ 未満の範囲( $-k \leq L < i$ )において、また、図15に示す変換特性に基づく場合は、Lの値が $-k$ 以上0未満の範囲( $-k \leq L < 0$ )において、それぞれ、Lの一次関数によってLからVへの変換を行っていた。しかし、本発明はこれに限定されるものではなく、上記範囲においては、Lの一次関数以外の関数であっても、単調に増加する関数であれば、LからVへの変換に用いることができる。

【0182】また、上記した実施例においては、表示用信号であるRGBを与える対象としてカラーモニタを用いていたが、本発明は、カラーモニタに限定されるものではなく、カラー液晶ディスプレイやカラープラズマディスプレイなどの他のカラー表示デバイスを用いるようにしても良い。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例としての色変換方法の処理手順を示すフローチャートである。

【図2】実際のカラーモニタで用いられる赤、緑、青の蛍光体の表す色の色度座標及び実際のポジフィルムカラーパッチ群を測色して得られる各色の色度座標を示すx-y色度図である。

【図3】図2に示すカラーパッチの各色が従来の色変換方法によりカラーモニタにおいてどのような色に再現されるかを示すx-y色度図である。

【図4】従来の色変換方法によっては救済できない色の領域を示す説明図である。

【図5】図1の $XYZ \rightarrow r' g' b'$ 変換処理において用いられる色変換関係を求めるための色変換関係導出処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図6】赤、緑、青の各蛍光体の表す色について実際の色度座標と仮想色度座標をそれぞれ示すx-y色度図である。

【図7】赤、緑、青の各蛍光体の表す色の実際の色度座標と同じ色相を持つ色度座標の軌跡を示すx-y色度図である。

【図8】赤、緑、青の各蛍光体の表す色について実際の色度座標と仮想色度座標をそれぞれ示す $a^* - b^*$ 色度図である。

【図9】ITU-R 709の赤、緑、青の各蛍光体の表す色の色度座標及びD50の白の色度座標を示す説明図である。

【図10】実際のカラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体の表す色及び白色のx、y、Yの各値とそれに対応する均等色空間座標系の $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ の各値を示す説明図である。

【図11】仮想カラーモニタにおける赤、緑、青の各蛍光体の表す色及び白色のx、y、Yの各値とそれに対応する均等色空間座標系の $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ の各値を示す説明図である。

【図12】 $r' g' b' \rightarrow RGB$ 変換処理において用いられるLからVへの変換特性を、従来例と本実施例とで比較して示したグラフである。

【図13】本発明の色変換方法によって救済される色の領域と、変換前と変換後の各色の位置を示す説明図である。

【図14】図2に示すカラーパッチの各色が本発明の色変換方法により実際のカラーモニタにおいてどのような色に再現されるかを示すx-y色度図である。

【図 15】  $r'$   $g'$   $b'$   $\rightarrow$  RGB 変換処理において用いられる L から V への他の変換特性を示すグラフである。

【図 16】 図 1 に示す色変換方法を実現することが可能な色変換装置を示すブロック図である。

【図 17】 本発明の他の実施例として色変換装置を示すブロック図である。

【図 18】 図 17 の色変換用ルックアップテーブルにおけるアドレスの値として存在する RGB の値の組合せとそれらアドレス内に格納されている CMYK の値の一例を示す説明図である。

【符号の説明】

20...CPU

22...XYZ $\rightarrow$  $r'$   $g'$   $b'$  変換処理部

24... $r'$   $g'$   $b'$   $\rightarrow$  RGB 変換処理部

30...メモリ

40...I/O インタフェース

50...ディスク・インタフェース

60...バス

70...マウス

80...キーボード

90...カラーモニタ

100...ハードディスクドライブ

110...CD-ROM ドライブ

115...CD-ROM

120...フロッピディスクドライブ

10 125...フロッピディスク

130...ネットワークカード

140...ネットワーク回線

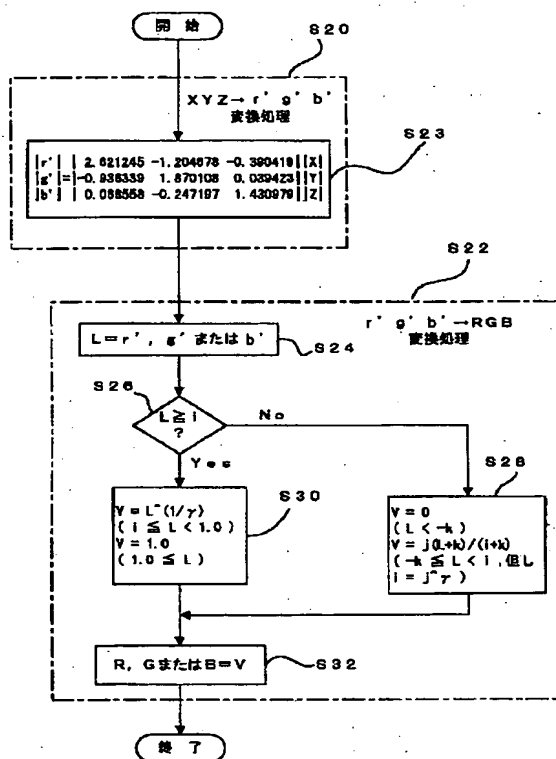
150...サーバ

160...色変換装置

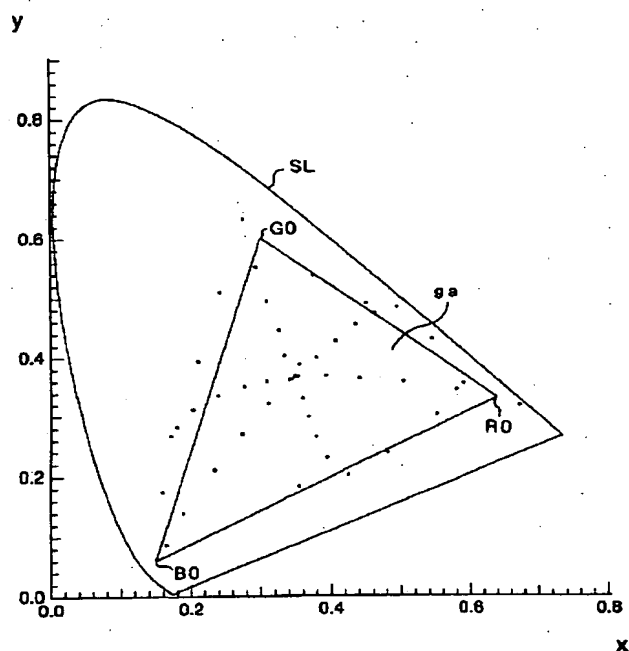
170...色変換用ルックアップテーブル

180...色変換用補間回路

【図 1】



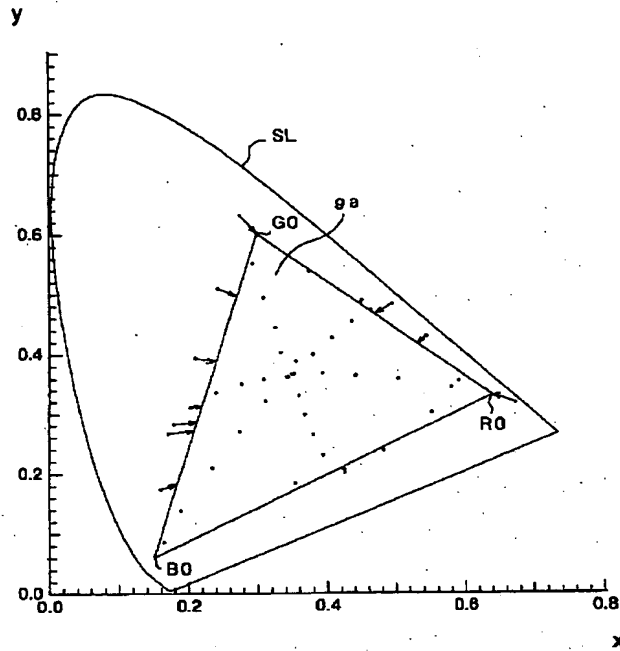
【図 2】



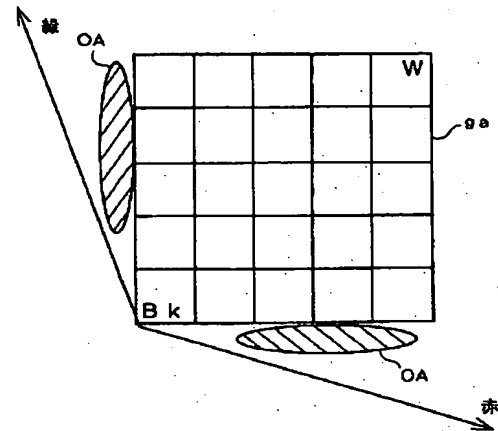
【図 10】

	x	y	Y	L*	a*	b*
red	0.640	0.330	24.99	57.07	82.64	65.59
green	0.300	0.600	69.80	86.90	-87.17	73.33
blue	0.150	0.060	5.21	27.33	69.84	-113.33
white	0.3456	0.3585	100.00	100.00	0.00	0.00

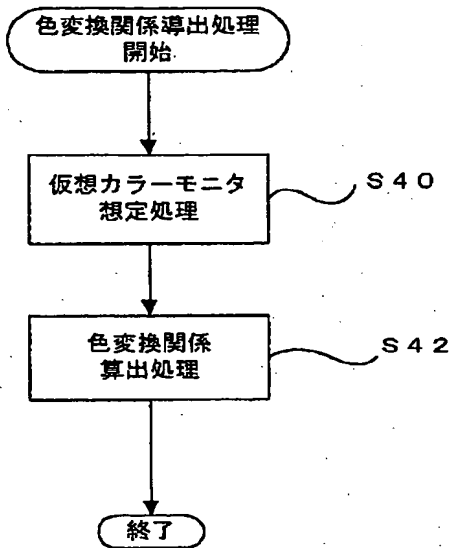
【図3】



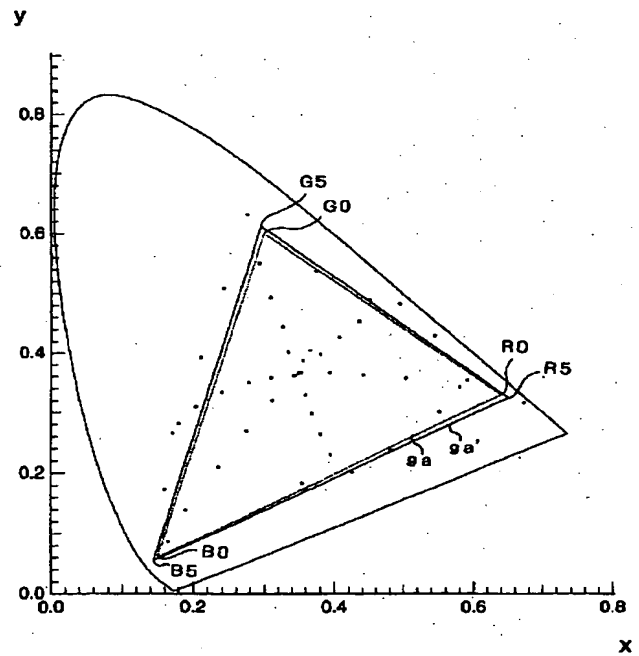
【図4】



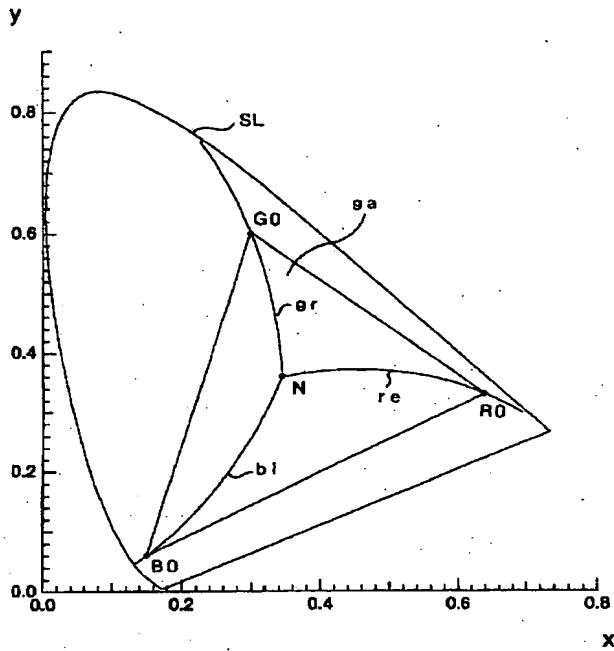
【図5】



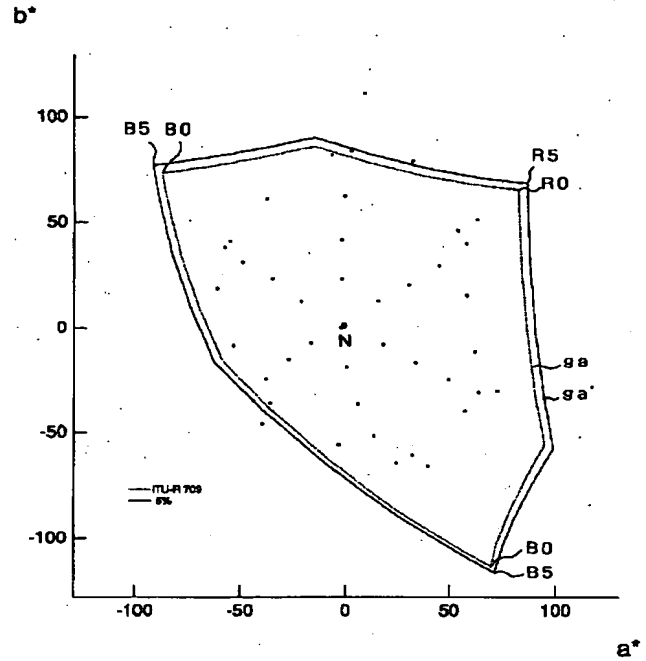
【図6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

(a)

	x	y
red	0.640	0.330
green	0.300	0.600
blue	0.150	0.060

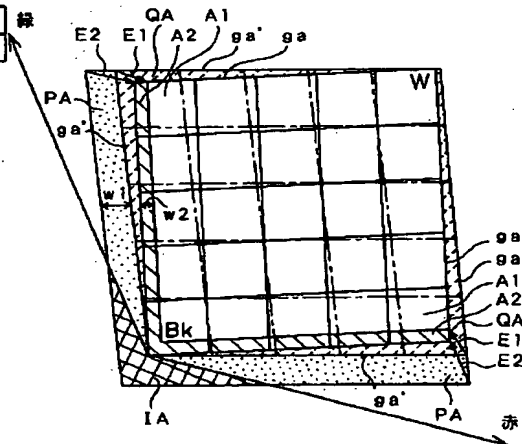
【図 11】

	x	y	Y	L*	a*	b*
red	0.650	0.325	24.94	57.07	86.77	68.86
green	0.295	0.613	70.18	86.90	-91.53	77.00
blue	0.145	0.052	4.87	27.32	73.30	-119.00
white	0.3456	0.3585	100.00	100.00	0.00	0.00

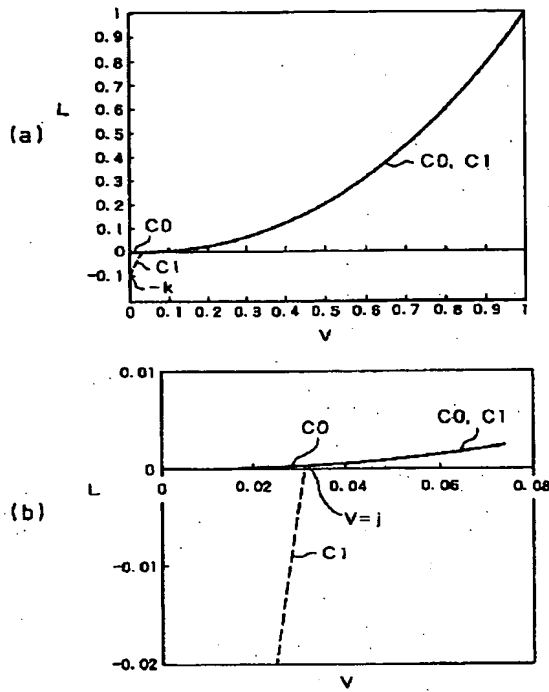
【図 13】

(b)

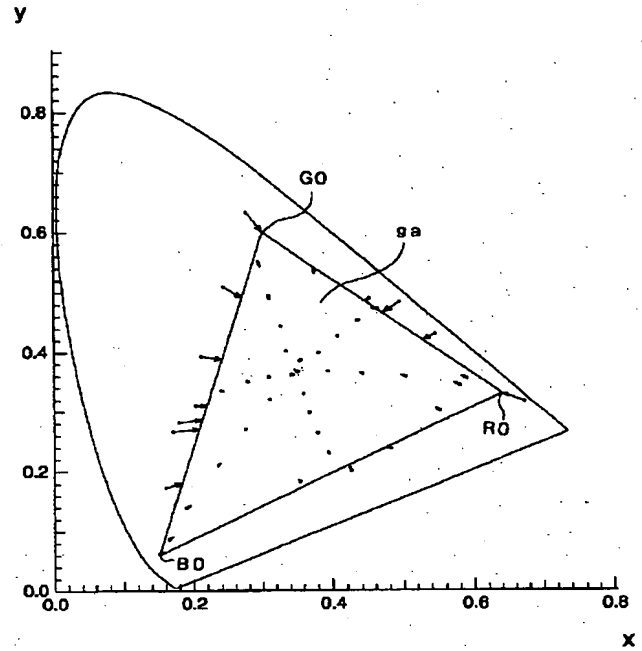
	x	y
white	0.345619	0.3585675



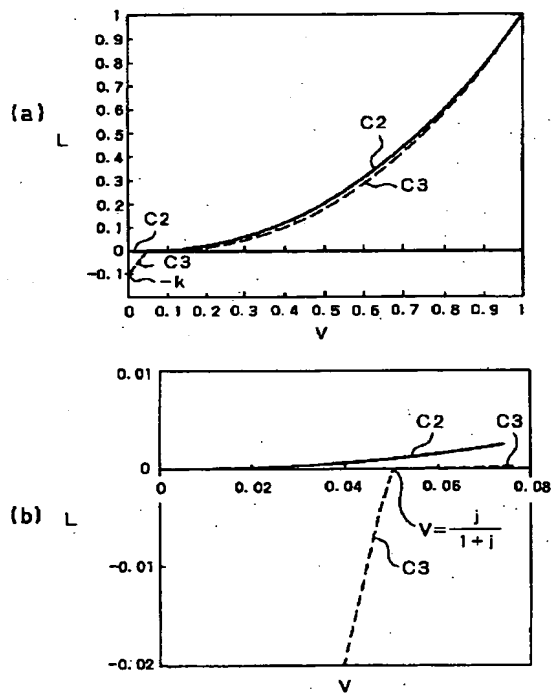
【図 12】



【図 14】



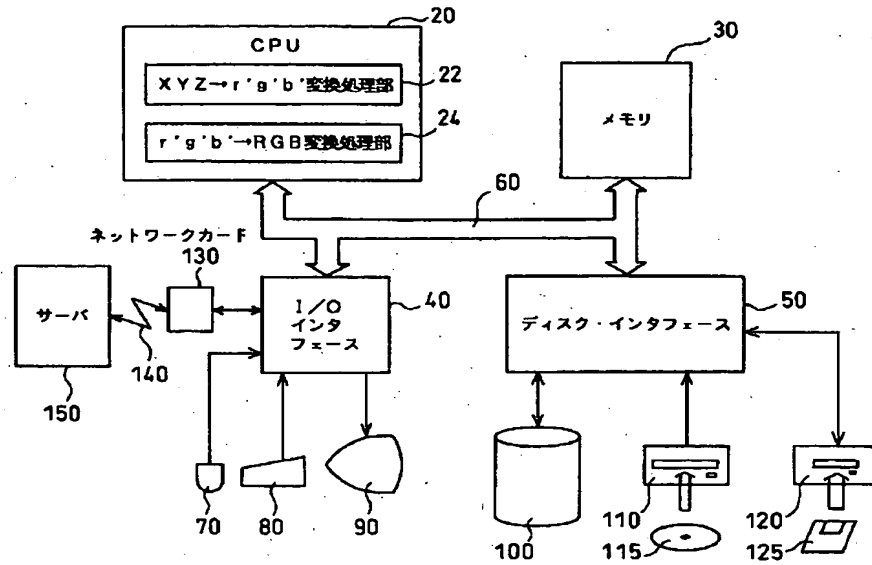
【図 15】



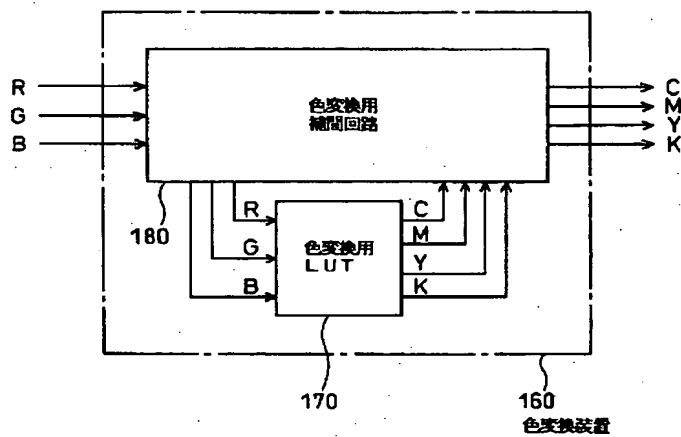
【図 18】

R	G	B	C	M	Y	K
0	0	0	C <sub>1</sub>	M <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	K <sub>1</sub>
0	0	8	C <sub>2</sub>	M <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>2</sub>
0	0	16	C <sub>3</sub>	M <sub>3</sub>	Y <sub>3</sub>	K <sub>3</sub>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
0	0	255	C <sub>n-1</sub>	M <sub>n-1</sub>	Y <sub>n-1</sub>	K <sub>n-1</sub>
0	8	0	C <sub>n</sub>	M <sub>n</sub>	Y <sub>n</sub>	K <sub>n</sub>
0	8	8	C <sub>n+1</sub>	M <sub>n+1</sub>	Y <sub>n+1</sub>	K <sub>n+1</sub>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
0	255	255	C <sub>n-1</sub>	M <sub>n-1</sub>	Y <sub>n-1</sub>	K <sub>n-1</sub>
8	0	0	C <sub>n</sub>	M <sub>n</sub>	Y <sub>n</sub>	K <sub>n</sub>
8	0	8	C <sub>n+1</sub>	M <sub>n+1</sub>	Y <sub>n+1</sub>	K <sub>n+1</sub>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
255	255	255	C <sub>p</sub>	M <sub>p</sub>	Y <sub>p</sub>	K <sub>p</sub>

【図16】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 奈良▲崎▼ 実  
京都市南区東九条南石田町5番地 大日本  
スクリーン製造株式会社十条事業所内